



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Roberto Muñoz Explandiu

Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, Septiembre de 2012



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

MEMORIA

Roberto Muñoz Exlandiu

Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, Septiembre de 2012



MEMORIA

Índice:

1.1 INTRODUCCIÓN.....	4
1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO.....	4
1.1.2 ANTECEDENTES.....	4
1.1.3 SITUACIÓN.....	4
1.1.4 DESCRIPCION DE LA NAVE.....	4
1.1.5 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.....	5
1.1.6 SUMINISTRO DE ENERGÍA.....	5
1.1.7 PREVISIÓN DE CARGAS.....	6
1.1.8 NORMATIVA.....	7
1.2 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	8
1.2.1 INTRODUCCIÓN.....	8
1.2.2 TIPOS DE ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN.....	8
1.2.3 SOLUCIÓN ADOPTADA PARA EL ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	11
1.3 ALUMBRADO.....	12
1.3.1 INTRODUCCIÓN.....	12
1.3.2 CONCEPTOS LUMINOTÉRMICOS.....	12
1.3.3 PROCESO DE CÁLCULO.....	16
1.3.3.1 INFORMACIÓN PREVIA DE LOS FACTORES DE PARTIDA.....	16
1.3.3.2 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN.....	16
1.3.3.3 DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y TIPO DE LUMINARIA- LÁMPARA.....	19
1.3.3.3.1 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.....	19
1.3.3.3.2 TIPOS DE LAMPARAS.....	21
1.3.3.4 DETETMINACIÓN DEL FACTOR DE MANTENIMIENTO.....	22
1.3.3.4.1 FACTOR DE MANTENIMIENTO BUENO.....	22
1.3.3.4.2 FACTOR DE MANTENIMIENTO MEDIO.....	22
1.3.3.4.3 FACTOR DE MANTENIMIENTO MALO.....	23
1.3.3.5 CÁLCULO DEL ÍNDICE DEL LOCAL.....	23
1.3.3.6 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE UTILIZACIÓN.....	24
1.3.3.7 CÁLCULO DEL FLUJO A INSTALAR.....	29
1.3.3.8 CÁLCULO DEL NÚMERO DE LUMINARIAS.....	29
1.3.3.9 DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS.....	29
1.3.4 ALUMBRADO INTERIOR.....	29
1.3.4.1 SOLUCIÓN EMPLEADA.....	30
1.3.5 ALUMBRADOS ESPECIALES.....	30
1.3.5.1 SOLUCIÓN EMPLEADA.....	32



1.4 CONDUCTORES Y DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN.....	33
1.4.1 INTRODUCCIÓN.....	33
1.4.2 FACTORES PARA EL CÁLCULO DE CABLES.....	33
1.4.3 PRESCRIPCIONES GENERALES.....	35
1.4.3.1 CONDUCTORES ACTIVOS.....	35
1.4.3.2 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....	36
1.4.4 SISTEMAS DE CANALIZACIÓN.....	37
1.4.4.1 CANALIZACIONES.....	37
1.4.4.2 TUBOS PROTECTORES.....	37
1.4.5 RECEPTORES.....	39
1.4.5.1 RECEPTORES PARA EL ALUMBRADO.....	40
1.4.5.2 RECEPTORES A MOTOR.....	40
1.4.5.2.1 UN MOTOR.....	40
1.4.5.2.2 VARIOS MOTORES.....	40
1.4.6 TOMAS DE CORRIENTE.....	40
1.4.7 PROCESO PARA EL CÁLCULO DE SECCIONES.....	41
1.4.8 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL CABLE.....	42
1.4.9 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL TUBO.....	42
1.4.10 SOLUCIONES ADOTADAS.....	43
1.5 PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN.....	45
1.5.1 INTRODUCCIÓN.....	45
1.5.2 PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	45
1.5.2.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS.....	45
1.5.2.2 PROTECCIONES CONTRA CORTOCIRCUITOS.....	46
1.5.2.3 PROCESO PARA EL CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	48
1.5.3 PROTECCIÓN DE PERSONAS.....	50
1.5.3.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....	51
1.5.3.2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....	52
1.5.4 SOLUCIÓN ADOPTADA.....	53
1.6 PUESTAS A TIERRA.....	54
1.6.1 INTRODUCCIÓN.....	54
1.6.1.1 OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA.....	54
1.6.1.2 PARTES DE LA PUESTA A TIERRA.....	55
1.6.2 ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA.....	58
1.6.3 SOLUCIÓN ADOPTADA.....	59
1.7 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	60
1.7.1 OBJETO.....	60
1.7.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	63
1.7.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	63
1.7.3.1 OBRA CIVIL.....	63
1.7.3.1.1 LOCAL.....	63
1.7.3.1.2 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.....	63
1.7.3.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	66



1.7.3.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.....	66
1.7.3.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.....	66
1.7.3.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN TENIÓN.....	70
1.7.3.2.4 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN.....	70
1.7.4 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELECTRICA.....	71
1.7.5 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	73
1.7.5.1 TIERRA DE PROTECCIÓN.....	73
1.7.5.2 TIERRA DE SERVICIO.....	73
1.7.6 ELEMENTOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD	
1.7.6.1. MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	73
1.7.6.2. EQUIPAMIENTO AUXILIAR.....	74
1.8 COMPENSACIÓN ENERGÍA REACTIVA.....	74
1.9 ESTUDIO VIABILIDAD.....	75
1.9.1 INTRODUCCIÓN.....	75
1.9.2 FACTURA ELÉCTRICA.....	75
1.9.3 CONCLUSIÓN.....	77
1.10 BIBLIOGRAFIA.....	78
1.9.1 REGLAMENTO, NORMATIVA Y LIBROS.....	78
1.9.2 CATÁLOGOS CONSULTADOS.....	79
1.9.3 PROGRAMAS INFORMATICOS UTILIZADOS.....	79
1.11 RESUMEN PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN.....	80



1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es especificar las condiciones de la instalación eléctrica en Baja Tensión de un local destinado a almacén, distribución y montaje de producto electrónico en Oricáin, y que cumpla con todo lo dispuesto en la normativa vigente.

Además se realizará un estudio para ver la viabilidad de la instalación de un Centro de Transformación

1.1.2 ANTECEDENTES

La nave forma parte de un conjunto de 12 naves adosadas. Para la ejecución del edificio se redactó el “Proyecto de ejecución de 12 naves adosadas sin uso definido en la parcela B del Polígono Industrial Ezcabarte”

1.1.3 SITUACIÓN

La nave se halla ubicada en la calle T, nº 4 del Polígono Industrial Ezcabarte, correspondiendo a la parcela 953 del polígono 12 del municipio

1.1.4 DESCRIPCIÓN DE LA NAVE

Se trata de una nave existente, en la que se pretende realizar las instalaciones de acondicionamiento necesarias para el ejercicio de la actividad y cumplimiento de la normativa vigente.

La nave tiene una superficie construida en planta de 250 m² y una entreplanta a cota +5 m. de 126 m² construidos. Dispone de una fachada a la calle T del polígono y tres paredes medianeras con otras naves de la edificación.

Se trata de una nave adosada que forma parte de un edificio de 12 naves. La estructura está formada por pilares y vigas de hormigón prefabricado. El forjado es de losa de placa alveolar. Las correas de cubierta son de hormigón prefabricado. Las escaleras de acceso a la entreplanta son metálicas formadas por estructura de perfiles laminados y dos pilares de perfiles laminados en rellano.

La fachada está formada por panel de hormigón aligerado de 20 cm. de espesor. La medianería posterior y la lateral derecha está formada por panel de hormigón divisorio de 15 cm. de espesor. La medianería con la nave lateral izquierda está formada por pared de bloque de hormigón 40.20.20.

El local dispone de iluminación natural a través de ventanas en fachada y lucernario en cubierta.



1.1.5. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.

La actividad a desarrollar es la de almacén, distribución y montaje de material electrónico para elevadores y ascensores principalmente.

La distribución en planta se realizara de acuerdo a las siguientes superficies útiles y usos, siendo la superficie útil de 243,28 m² en planta baja y 119,79 m² en entreplanta:

PLANTA BAJA:

- Recepción: 15,55 m²
- Administración: 12 m²
- Sala reuniones: 12 m²
- Zona recepción material: 55,81 m²
- Almacén producto acabado: 61,32 m²
- Zona montaje de cuadros eléctricos: 57,44 m²
- Aseo: 4 m²
- Hueco bajo escalera: 8 m²

ENTREPLANTA:

- Oficina: 14,72 m²
- Despacho: 14,11 m²
- Zona banco de pruebas y almacén de placas: 88,09 m²
- Aseo: 2,87 m²

1.1.6. SUMINISTRO DE ENERGÍA.

La tensión de suministro en el caso de no tener Centro de Transformación es de 400V 50Hz entre fases con neutro accesible y la acometida se realizara desde el punto de enganche que indique la compañía suministradora, en nuestro caso Iberdrola.

En caso de instalar un Centro de Transformación el suministro sera mediante una red de media tensión a 13,2KV 50HZ. La empresa suministradora se compromete, previo acuerdo, a facilitar e instalar una linea subterránea hasta el Centro de Transformación.



1.1.7. PREVISIÓN DE CARGAS.

	FUERZA	ALUMBRADO	ALUM. EMERG.	TOTAL
CUADRO GENERAL B.T.				
ALUMBRADO RECEPCIÓN		216	2,1	218,6
T. C. VARIOS USOS RECEPCIÓN	2200			2200
ALUMBRADO ADMINISTRACIÓN		216	1,9	217,9
T. C. ORDENADORES ADMINISTRACIÓN	2200			2200
T. C. VARIOS USOS ADMINISTRACIÓN	2200			2200
ALUMBRADO SALA REUNIONES		216	1,9	217,9
T. C. VARIOS USOS SALA REUNIONES	2200			2200
AIRE ACOND. ADMIN. Y SALA REUNIONES	3000			3000
ALUMBRADO RECEPCIÓN MATERIAL		800	2,3	802,3
T. C. VARIOS USOS RECEPCIÓN MATERIAL	2200			2200
ALUMBRADO ALMACÉN PRODUCTO ACABADO		348	4,6	352,6

	FUERZA	ALUMBRADO	ALUM. EMERG.	TOTAL
CUADRO PROTECCIÓN MONTAJE				
ALUMBRADO MONTAJE DE CUADROS		1276	2,3	1278,3
T.C. MONTAJE DE CUADROS	10000			10000
ASCENSORES DE PRUEBAS	22000			22000
ALUMBRADO HUECO ESCALERA		116	1,9	117,9
T.C. SERVIDOR	2000			2000
ALUMBRADO ASEO ABAJO		18	1,4	19,4
T.C. ASEO ABAJO	2200			2200



	FUERZA	ALUMBRADO	ALUM. EMERG.	TOTAL
CUADRO PROTECCIÓN SOBREPISO				
ALUMBRADO BANCO DE PRUEBAS		928	4,6	932,6
T.C. BANCO DE PRUEBAS	20000			20000
T. C. VARIOS USOS BANCO DE PRUEBAS	2200			2200
ALUMBRADO OFICINA		288	2,1	290,1
T.C. ORDENADORES OFICINA	2200			2200
T. C. VARIOS USOS OFICINA	2200			2200
ALUMBRADO DESPACHO		288	2,1	290,1
T.C. ORDENADORES DESPACHO	2200			2200
T. C. VARIOS USOS DESPACHO	2200			2200
AIRE ACOND. OFICINA Y DESPACHO	3000			3000
ALUMBRADO ASEO ARRIBA		18	1,4	19,4
T.C. ASEO ARRIBA	2200			2200
TERMO ELECTRICO	1600			1600

Según la previsión de cargas la potencia total instalada será de **97.156,6 A**

1.1.8. NORMATIVA

La realización del presente proyecto así como la ejecución del mismo, se realizará de acuerdo a lo especificado en las normas y reglamentos vigentes en el momento, que son:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas complementarias (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002).
- R.C.E. Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, e instrucciones técnicas complementarias (Real Decreto 3.275/82, de 12 de noviembre de 1982).
- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE-IE).
- Normas particulares de la empresa suministradora de energía: Iberdrola.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales y Real Decreto 1.215/1997, de 18 de julio, de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de protección.
- Real Decreto 2.267/2004 de 3 de diciembre, Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales.



1.2 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN.

1.2.1 INTRODUCCIÓN

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

La denominación se realiza con un código de letras con el significado siguiente:

Primera letra: se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra:

- **T** = Conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.
- **I** = Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

Segunda letra: se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra:

- **T** = Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.
- **N** = Masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, este punto es normalmente el punto neutro).

Otras letras (eventuales): se refieren a la situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección:

- **S** = Las funciones de neutro y de protección, aseguradas por conductores separados.
- **C** = Las funciones de neutro y protección, combinadas en un solo conductor (conductor CPN)

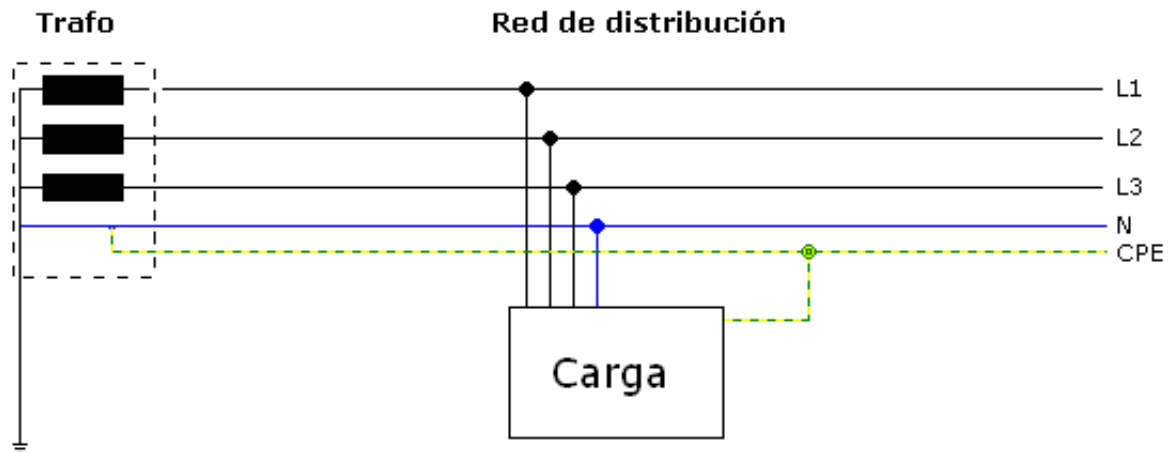
1.2.2. TIPOS DE ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN.

Existen tres tipos de esquemas de distribución:

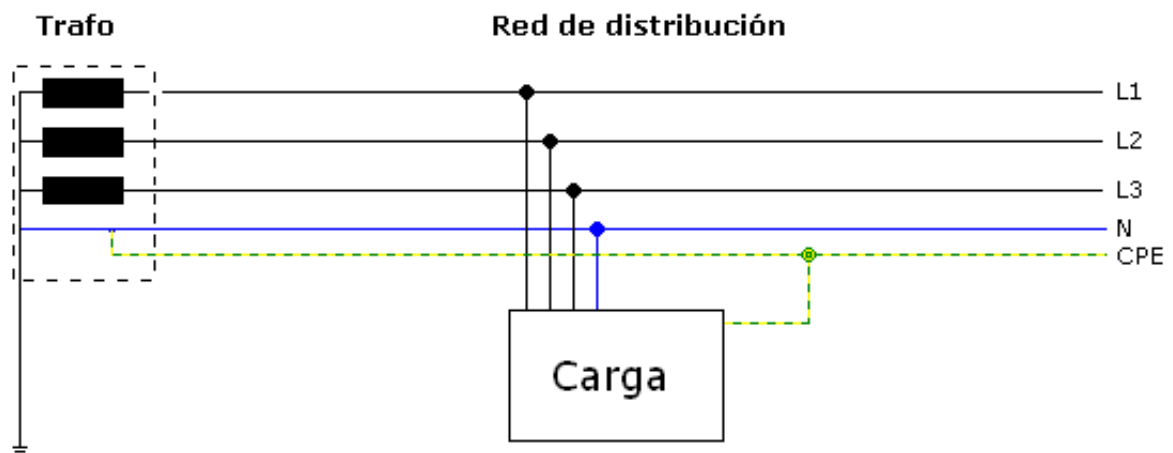
1) Esquema TN:

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección. Se distinguen tres tipos de esquemas TN según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección.

- Esquema TN-S: En el que el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema.



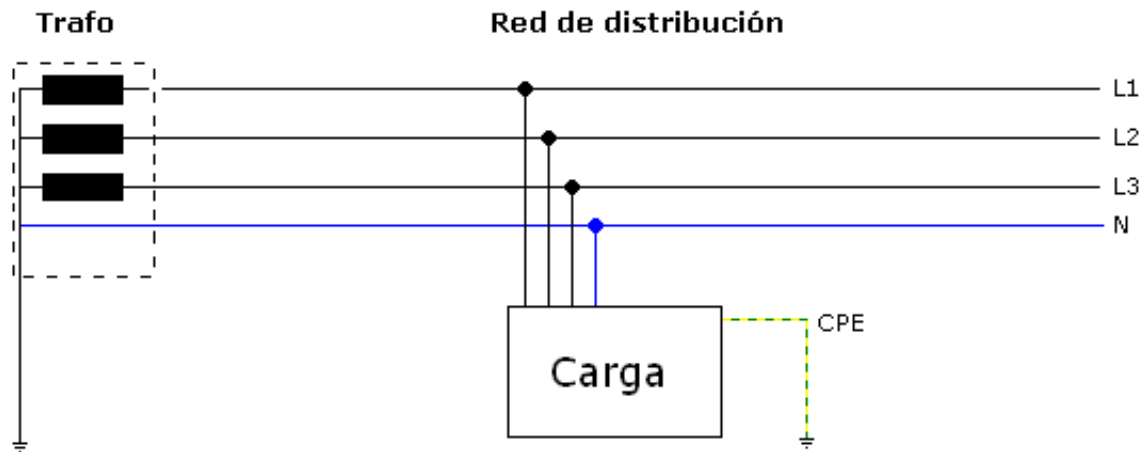
- Esquema TN-C: En el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en todo el esquema.



- Esquema TN-C-S: En el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema. Es una combinación de los dos anteriores, empleada cuando la sección del conductor neutro es insuficiente para servir de conductor de protección.

En los esquemas TN cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito.

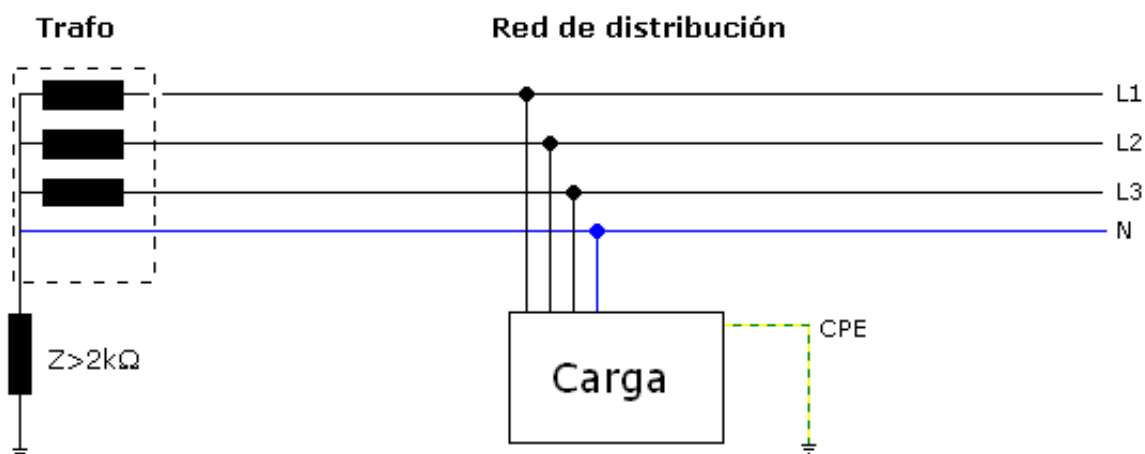
2) Esquema TT:



El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

En este esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

3) Esquema IT:





El esquema IT no tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra, sino que se conectan a través de una impedancia. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra.

En estos tipos de esquema, la intensidad resultante de un primer defecto fase masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

1.2.3. SOLUCIÓN ADOPTADA PARA EL ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN

En este caso elegimos el esquema TT ya que es el sistema utilizado en la red de distribución pública en Baja Tensión Española. Además es la solución más flexible a la hora de realizar futuras ampliaciones.



1.3. ALUMBRADO

1.3.1. INTRODUCCIÓN

El objeto de todo alumbrado artificial, es complementar la luz natural o en su defecto reemplazarla, para que se pueda continuar con la actividad a realizar, durante las horas donde la luz diurna es insuficiente o inexistente.

Se trata de dotar de la iluminación adecuada a espacios cubiertos donde se desarrollen actividades laborales, docentes, deportivas y recreativas.

En el caso del alumbrado industrial, la iluminación es un factor de productividad y rendimiento, además de aumentar la seguridad laboral.

Las cualidades principales del alumbrado que deben considerarse al proyectar una instalación son:

- a) La intensidad de iluminación: suministrar una cantidad de luz suficiente para crear unas buenas condiciones de visibilidad.
- b) La distribución espacial de la luz, que comprende la combinación de la luz difusa y luz dirigida, el ángulo de incidencia, la distribución de las luminarias, la medida de la homogeneidad y el grado de deslumbramiento.
- c) Utilización de fuentes luminosas que aseguren, para cada caso una satisfactoria distribución de los colores.
- d) Prever aparatos de alumbrado apropiados para cada caso particular: una buena elección de la fuente de luz y de su armadura.

1.3.2. CONCEPTOS LUMINOTÉRMICOS

Debemos tener en cuenta una serie de conceptos básicos sobre luminotecnica, como son:

- Flujo radiante (ϕ):

Se define como la potencia emitida, transportada o recibida, en forma de radiación. La unidad es el vatio (W).

- Flujo luminoso (ϕ_v):

Es la magnitud que deriva del flujo radiante al evaluar su acción sobre el observador. Es la energía luminosa emitida por unidad de tiempo. La unidad es el Lúmen (Lm).



- **Lúmen:**

Es el flujo luminoso emitido por un foco puntual de una Candela de intensidad sobre una porción esférica de un metro cuadrado a la distancia de un metro que corresponde a un ángulo sólido de un estereo-radián.

- **Angulo sólido (w):**

Se define por el volumen formado por la superficie lateral de un cono cuyo vértice coincide con el centro de una esfera de radio r, y cuya base se encuentra situada sobre la superficie de la esfera, si el radio es un metro y la superficie de la base del cono es un metro cuadrado, el ángulo sólido vale un estereo-radián.

$$w = \frac{S}{r^2} \qquad \phi_v = I \times w$$

siendo:

w: ángulo sólido.

S: superficie de la base del cono.

r: radio de la base del cono.

I: intensidad lumínica.

ϕ_v : flujo luminoso.

- **Energía radiante (Q_e):**

Es la energía emitida, transportada o recibida en forma de radiación. La unidad es el Julio (J).

- **Cantidad de luz (Q_v):**

Es la energía en función del tiempo del flujo luminoso, durante una duración dada de tiempo. Las unidades son: Lúmen por segundo (Lm* sg) o Lúmen por hora (Lm* hora).

- **Intensidad luminosa (I):**

Es el flujo emitido en una dirección dada, por unidad de ángulo sólido. La unidad es la Candela (Cd).

- **Candela (Cd):**

Se define como la intensidad luminosa en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia $540 \cdot 10^{12}$ Hz y cuya intensidad radiante en esa dirección es $1/683$ w* estereo-radián.

- **Distancia luminosa:**

Conjunto de la intensidad luminosa de una lámpara en todas direcciones.



- Iluminancia (E):

Es el flujo luminoso recibido por unidad de superficie. Es el cociente entre el flujo luminoso recibido por un elemento de la superficie que contiene al punto y el área de dicho elemento. La unidad es el Lux (Lx).

$$E = \frac{\phi_v}{S}$$

- Lux (Lx):

Se define como la iluminancia producida por un flujo de un lúmen que se distribuye uniformemente sobre una superficie de un metro cuadrado.

$$1\text{Lux} = \frac{1\text{ Lm}}{1\text{ m}^2}$$

- Luminancia:

Es la intensidad luminosa en una dirección dada por unidad de superficie aparente iluminada. Su unidad es $\text{Cd} \cdot \text{m}^2$.

- Rendimiento luminoso o eficacia luminosa:

Es la relación entre el flujo emitido por la fuente y la potencia empleada para obtener tal flujo, con ella se puede evaluar el ahorro de energía que puede dar una lámpara con respecto a otra. Su unidad de medida es el lúmen por vatio (Lm/W).

Valores indicativos del rendimiento luminoso de algunos tipos de lámpara son:

- Incandescentes (1-2000W): 8- 20 Lm/W
- Incandescentes con halogenuros (3-10000W): 18- 22 Lm/W
- Fluorescentes tubulares (4-250W): 40- 93 Lm/W
- Fluorescentes compactas (5-36W): 50- 82 Lm/W
- Vapor de mercurio (50-2000W): 40- 58 Lm/W
- Halogenuros metálicos (75-3500W): 60- 95 Lm/W
- Sodio a alta presión (50-1000W): 66- 130 Lm/W
- Sodio a baja presión (18-180W): 100- 183 Lm/W

- Temperatura del color:

La temperatura de color de una fuente de luz es la correspondiente a la temperatura del “cuerpo negro” que presenta el mismo color de la fuente. Su unidad de medida



es el grado Kelvin (K). Se puede decir que la temperatura es un elemento de elección cualitativa de una lámpara, así como el flujo un elemento cuantitativo.

La Comisión Electrónica Internacional (CEI) con fines prácticos de aplicación ha sugerido la siguiente clasificación, en cuanto a correspondencia entre la apariencia de color y la temperatura de color de las lámparas:

- Blanco cálido: 3000 K
- Blanco: 3500K
- Blanco frío: 4200 K
- Luz día: 6500 K

Ejemplos de distintas temperaturas de color:

- Incandescentes: 2600-2800 K
- Incandescentes con halogenuros: 3000 K
- Fluorescentes tubulares: 2600-6500 K
- Fluorescentes compactas: 2700 K
- Vapor de mercurio: 4000-4500 K
- Halogenuros metálicos : 4800-6500 K
- Sodio a alta presión: 2100 K
- Sodio a baja presión: 1800 K

Existe una relación entre la temperatura de color y el nivel de iluminación de una determinada instalación de forma que para tener una sensación visual confortable, a bajas iluminaciones le deben corresponder lámparas con una baja temperatura de color y a altas iluminaciones, lámparas con una temperatura de color elevada.

- Reproducción cromática:

Es la capacidad de una fuente de luz de reproducir los colores. Se expresa por un número comprendido entre 0 y 100. Una fuente de luz con $R_a = 100$, muestra todos los colores correctamente. Cuanto menor es el índice, peor es la reproducción cromática.

Para estimar la calidad de reproducción cromática de una fuente de luz, se establece la siguiente escala de valores: $R_a < 50$ rendimiento bajo; entre 50 y 80 rendimiento moderado; entre 80 y 90 bueno y entre 90 y 100 rendimiento excelente.



1.3.3. PROCESO DE CÁLCULO

El proceso de cálculo de una instalación de interiores conlleva los siguientes pasos:

1. Obtención de información previa de los factores de partida.
2. Fijar el nivel de iluminación.
3. Determinación del sistema de iluminación y del tipo de luminaria.
4. Determinación del factor de mantenimiento.
5. Calcular el índice local.
6. Calcular el flujo a instalar.
7. Cálculo del número de luminarias
8. Distribución de las luminarias.

1.3.3.1 INFORMACIÓN PREVIA DE LOS FACTORES DE PARTIDA

Para conseguir un buen diseño de iluminación general y uniforme, hay que tener en cuenta los siguientes factores de partida:

- Forma y configuración del local.
- Tipo de tarea a realizar.
- Tensión de alimentación de la red eléctrica.
- Características y tipo del objeto a iluminar.

1.3.3.2 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN

Existen diferentes niveles de iluminación para los diferentes tipos de locales y las diferentes tareas que se realicen en ellos.

Mediante una serie de investigaciones científicas, surgen tablas que relacionan el nivel de iluminación con los distintos locales y las tareas a realizar. Estas tablas nos sirven como guía para poder determinar que iluminación llenará cada local, siendo estas de carácter orientativo ya que siempre se deberá estudiar cada caso.

A continuación se incluye una tabla con los niveles de iluminación según la clase de edificio y la tarea a realizar:

Clase de edificio y tipo de espacio a iluminar	Nivel de iluminación en lux (Lx)
Escuelas:	
Pasillos, vestíbulos, aseos	200
Aulas y bibliotecas	750
Cocinas y talleres general	500



Aulas de dibujo	1000
Hospitales:	
Pasillos durante el día	250
Pasillos durante la noche	40
Aseos, locales de mantenimiento	200
Habitación iluminación general	150
Habitación iluminación lectura	250
Servicio médico general	250
Servicio médico reconocimiento	500
Sala de operación y autopsias:	
Iluminación general	1000
Puesto de trabajo	mayor 5000
Quirófano	20000-100000
Zona adyacente quirófano	10000
Hoteles y restaurantes:	
Habitaciones y pasillos	200
Cocinas	500
Sala de lectura	500
Restaurante y autoservicio	300
Salas de costura	750
Imprenta:	
Alumbrado general	500
Comprobación colores	1200
Fotocomposición y montaje	1500
Locales de trabajo:	
Garajes y aparcamientos	80
Locales de vestuario, ducha y aseo	200
Locales de almacenaje	300
Fundiciones, cerámicas y granjas	150



Locales de venta y exposición:	
Almacenaje y exposición	250
Comercio y salas de exposición	500
Pabellones de ferias	500
Supermercados	1000
Escaparates	Más de 1000
Montaje de piezas:	
Mecánica en general	500
Montajes precisión eléctricos	1500
Trabajos finos en cristal	1500
Piezas miniaturizadas	2000
Oficinas:	
Trabajos de mecanografía	750
Dibujo técnico	1200
Comprobación de colores	1200
Punto y confección:	
Telares punto oscuro	700
Telares punto claro	500
Control calidad	1000
Trabajo de la madera:	
Trabajo en banco	300
Trabajo en máquinas	500
Acabado, pulido y barnizado	500

Además hay que destacar que cuando la diferencia de nivel de iluminación entre dos locales contiguos sea superior al 20 por 100, el nivel menos iluminado de ambos no será inferior a 200 Lx. En el de un local desprovisto totalmente de ventanas o huecos de iluminación natural, el nivel de iluminación no será inferior a 500 Lx.



1.3.3.3 DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y TIPO DE LUMINARIA- LÁMPARA

1.3.3.3.1 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Existen cinco tipos de iluminación: directa, semidirecta, difusa, semiindirecta e indirecta.

La iluminación directa es apropiada para la obtención económica de altos niveles de iluminación sobre el plano útil de las mesas y de los puestos de trabajo. Por su propia naturaleza deja en la sombra las partes superiores del local y por lo tanto, reduce las pérdidas de luz por las claraboyas.

Es necesario aumentar considerablemente los aparatos de alumbrado, con el propósito de conseguir que cada objeto iluminado, reciba luz desde varias direcciones simultáneamente, con lo que se consigue la disminución de sombras molestas.

La iluminación directa se realiza, en general, por medio de reflectores de chapa esmaltada o de aluminio pulido, anodizado y abrigantado. Con el objeto de dar a la luz obtenida cierto grado de difusión favorable al suavizado, de las sombras, a la vez, concentrar el flujo luminoso hacia los zonas útiles del local, estos reflectores deben de ser anchos y profundos.

Mediante la iluminación directa se consigue una distribución luminosa tal que del 90% al 100% del flujo luminoso emitido llegue directamente al plano de trabajo.

La iluminación semidirecta hace que parte de la luz emitida por los aparatos de alumbrado sea reflectada sobre el techo, por ello su empleo esta restringido para techos no muy altos, y no debe utilizarse en locales provistos de claraboyas en el techo.

Permite la realización relativamente económica de elevados niveles de iluminación con las ventajas sobre la iluminación directa de que las sombras son bastante más suaves porque, como ya sabemos los objetos reciben simultáneamente, la luz directa de los aparatos de alumbrado y la reflejada en el techo y en las paredes.

Con este tipo de iluminación se consigue entre el 60 y el 90 por 100 del flujo luminoso emitido se dirige hacia abajo, hacia el plano de trabajo, mientras el resto del flujo luminoso, del 10 al 40 por 100 se dirige hacia techo y paredes.

La iluminación difusa, da una importancia creciente al la reflexión de la luz sobre el techo y las paredes. Desaparecen por completo las sombras de los objetos, pero se aconseja que el techo y las paredes estén pintados de colores claros, con el objeto de disminuir las pérdidas por absorción que, de otro modo, resultarían muy elevadas.



Con la iluminación difusa el flujo luminoso emitido hacia abajo es del 40 al 60 por 100 con ángulos por debajo de la horizontal, y entre el 40 y el 60 por 100 del flujo luminoso se dirige hacia arriba.

La iluminación semiindirecta, y la iluminación indirecta, hacen que los manantiales luminosos secundarios, que equivalen a las paredes y techo del local, tengan un efecto preponderante sobre los manantiales luminosos primarios, que son las lámparas eléctricas.

Desaparecen las sombras totalmente y también el riesgo de deslumbramiento directo, ya que las lámparas están totalmente ocultas a los ojos del observador. La falta de plasticidad obtenida con estos sistemas obliga en algunos casos a completar el alumbrado del local mediante alumbrado auxiliar. Estos dos tipos de iluminación, precisan que las paredes y techos del local estén pintados con materiales de alto factor de reflexión, y aunque esta condición se cumpla, el consumo de energía es mayor que para cualquier otro sistema de iluminación.

Mediante la iluminación semiindirecta e indirecta, del 60 al 100 por 100 del flujo luminoso emitido es dirigido hacia arriba en ángulos superiores a la horizontal.

Con cada uno de los cinco tipos de iluminación descritos con anterioridad, se pueden obtener tres clases o métodos de alumbrado, según la distribución de la luz en el local a iluminar.

A) Alumbrado general

Se trata de un alumbrado uniforme de un espacio, sin tener en cuenta las necesidades particulares de ciertas zonas determinadas. La iluminación media deberá ser igual al nivel de iluminación que requiera la tarea específica visual. Presenta como ventaja que se pueden cambiar los puestos de trabajo sin modificar las luminarias. Es por antonomasia, el método de distribución uniforme de la luz.

La distribución luminosa más normal, se obtiene colocando las luminarias de forma simétrica en filas por columnas, cuyo producto da el número total de luminarias instaladas (reajustadas por exceso o por defecto al número de luminarias calculado).

Por razones de uniformidad, la distancia entre luminarias, no puede ser mayor que un determinado valor. Este valor depende de la altura de montaje, del nivel de iluminación, así como de las características propias del local y de la luminaria. Generalmente, la distancia entre luminarias es doble que entre estas y las paredes.

B) Alumbrado general localizado

Alumbrado general en zonas especiales de trabajo, donde se necesita un alto nivel de iluminación, siendo suficiente la iluminación general para las zonas contiguas, de modo que este tipo de alumbrado se caracteriza por la concentración de luminarias.



C) Alumbrado suplementario

Alumbrado que proporciona un alto nivel de iluminación en puntos específicos de trabajo, mediante la combinación del alumbrado general o del alumbrado general localizado.

1.3.3.3.2 TIPOS DE LAMPARAS

A) Lámpara de Incandescencia

Es de cómodo empleo y en el mercado existe una amplia gama, con todo tipo de potencias. Es aconsejable para un nivel de iluminación inferior a 200 lux, tiene un bajo rendimiento luminoso y una duración media reducida. Se emplean principalmente en alumbrado doméstico y de señalización. Debido al bajo rendimiento luminoso y a su reducida duración, no son rentables para alumbrado de grandes espacios con alto nivel de iluminación, ni para naves industriales o locales comerciales con altura de montaje superior a cuatro metros.

B) Lámpara Fluorescente

Se utiliza cuando se necesita una elevada temperatura de color, (se define T^a de color de una fuente luminosa como la que corresponde por comparación, con la del cuerpo negro que presenta el mismo color que la fuente analizada. La T^a de color define únicamente el color (tono) de la luz), también se utiliza cuando el nivel de iluminación necesario sobre el plano útil de trabajo, ha de alcanzar o sobrepasar los 200 lux, sobre todo si la instalación ha de estar funcionando durante un elevado número de horas el año (2000 horas o más). El flujo luminoso es del orden de siete veces mayor comparado con el que producen las lámparas incandescentes de igual potencia. Este factor unido a su larga vida (también siete veces mayor) y calidad de luz, hacen que sean las lámparas universales de alumbrado contemporáneo. Estas características hacen que sean de aplicación universal para fines generales de alumbrado, sobre todo, en interiores de oficina, grandes almacenes, comercio escuelas, hospitales, industrias, est.; donde la altura de montaje no supere los cinco metros.

C) Lámpara de vapor de Mercurio

Se utilizan para alumbrado industrial, cuando las condiciones de calidad de la luz son menos imperativas. Existen dos tipos: de luz mixta y de color corregido, estas últimas resultan económicas por su elevado rendimiento luminoso (similar al de las fluorescentes), y por su larga vida media (suele ser de 6000-9000 horas), resultando especialmente indicadas para alumbrado directo, con aparatos de alumbrado suspendidos a mucha altura, en las naves industriales. En esta aplicación, su elevada potencia unitaria permite



aprovechar bien su gran altura de suspensión, separando débilmente los aparatos de alumbrado y disminuyendo el número de estos aparatos.

D) Lámpara de vapor de Sodio

Se utilizan en el alumbrado de exteriores y en el interior de naves industriales con elevadas alturas de montaje. Existen de dos tipos: de baja presión y de alta presión, estas últimas presentan un elevado rendimiento, además de una gran duración, lo que implica intervalos de reposición más largos. Además, su elevada potencia unitaria permite aprovechar bien su gran altura de suspensión, de forma que resultan especialmente indicadas para instalaciones interiores de industria.

1.3.3.4 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE MANTENIMIENTO

En toda instalación de alumbrado hay tres elementos de mantenimiento que son variables y que afectan a la cantidad de flujo luminoso útil que se obtiene en el espacio a iluminar.

- A) La depreciación luminosa de la propia lámpara.
- B) La pérdida por acumulación de polvo y suciedad sobre la superficie de la lámpara y la superficie reflectora y transmisora de la luminaria.
- C) Pérdida de luz reflejada en las paredes.

Teniendo en cuenta estos tres elementos, se definen tres condiciones de mantenimiento que nos permiten valorar cuantitativamente el factor de mantenimiento o factor de depreciación.

1.3.3.4.1 FACTOR DE MANTENIMIENTO BUENO

Cuando las luminarias se limpian frecuentemente y las lámparas se sustituyen por grupos antes de fundirse. Condiciones atmosféricas buenas exentas de polvo y suciedad. Este factor de mantenimiento toma valores comprendidos entre 0,70, ..., 0,80. Típicamente se toma 0,75 o 0,7.

1.3.3.4.2 FACTOR DE MANTENIMIENTO MEDIO

Cuando las luminarias no se limpian con frecuencia y las lámparas sólo se reponen cuando se funden. Condiciones atmosféricas menos limpias. Este factor de mantenimiento medio toma valores comprendidos entre 0,60, ..., 0,70. Típicamente se toma 0,65.



1.3.3.4.3 FACTOR DE MANTENIMIENTO MALO

Cuando las condiciones atmosféricas son bastante sucias y la instalación tiene un mantenimiento deficiente. Este factor de mantenimiento malo toma valores comprendidos entre 0,50, ..., 0,60. Típicamente se toma 0,55.

1.3.3.5 CÁLCULO DEL ÍNDICE DEL LOCAL

Los locales a iluminar se clasifican según la relación que existe entre sus dimensiones, la altura de montaje, y el tipo de alumbrado. Es lo que denominamos índice local y nos sirve después, para determinar el factor de utilización. Se calcula de la siguiente forma:

Para iluminaciones directas, semidirectas y difusas, se utiliza:

$$\text{Relación del local} = \frac{A \times L}{h \times (A + L)}$$

Para iluminaciones indirectas y semiindirectas, se utiliza:

$$\text{Relación del local} = \frac{3 A \times L}{2 h \times (A + L)}$$

En ambas formulas:

A= ancho del local en metros.

L= longitud del local en metros.

h = altura de montaje en metros. Se considera la distancia que hay desde la luminaria hasta el plano útil o de trabajo situado a 0,85 metros sobre el suelo según la NTE.

La altura del local, H es la suma de la altura de suspensión de la luminaria C, mas la altura de montaje h, y más el 0.85 metros al que está el plano de trabajo. Es decir:

$$H = C + h + 0.85 \text{ m}$$

Como H y C son datos previos de las instalación, la altura de montaje se calcula mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0.85) \text{ m}$$

Con el de relación del local calculado, lo llevamos a la siguiente tabla y determinamos el índice del local, K:



Índice del local	Relación del local	
	Valor	Punto central
J	Menos de 0.7	0.60
I	0.7 a 0.9	0.80
H	0.9 a 1.12	1.00
G	1.12 a 1.38	1.25
F	1.38 a 1.75	1.50
E	1.75 a 2.25	2.00
D	2.25 a 2.75	2.50
C	2.75 a 3.50	3.00
B	3.50 a 4.50	4.00
A	Más de 4.50	5.00

1.3.3.6 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE UTILIZACIÓN

El factor de utilización de un sistema de alumbrado es la relación que existe entre el flujo luminoso que llega al plano de trabajo y el flujo total que emiten las lámparas instaladas.

Este es un factor muy importante para el cálculo del alumbrado, a la vez que complejo y difícil de calcular, pues depende de una diversidad de factores como son: el valor adecuado del nivel de iluminación, el sistema de alumbrado, las luminarias, las dimensiones del local, la reflexión (techos, paredes y suelos) y el factor de mantenimiento.

En general, para su detección, existen valores tabulados según cada fabricante e incluso programas de ordenador. A continuación se expone una tabla con los valores del factor de utilización, en función de los tipos de luminaria más frecuentes, del índice del local y de la reflexión de techos y paredes:



Tipo de luminaria	Reflexión techo	75 %			50 %			30 %	
	Reflexión pared	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
	Índice local K	Factor o coeficiente de utilización, F_u							
Fluorescente empotrado	J	0.40	0.37	0.35	0.39	0.37	0.35	0.37	0.35
	I	0.48	0.46	0.45	0.47	0.45	0.44	0.44	0.43
	H	0.52	0.50	0.50	0.51	0.49	0.49	0.48	0.48
	G	0.55	0.54	0.53	0.54	0.53	0.51	0.51	0.50
	F	0.58	0.56	0.54	0.55	0.54	0.53	0.53	0.52
	E	0.60	0.59	0.59	0.59	0.58	0.56	0.57	0.55
	D	0.65	0.62	0.60	0.62	0.61	0.59	0.59	0.58
	C	0.66	0.64	0.61	0.64	0.62	0.61	0.61	0.60
	B	0.67	0.65	0.64	0.65	0.63	0.62	0.62	0.61
	A	0.68	0.66	0.65	0.66	0.65	0.63	0.64	0.62
Fluorescente descubierto	J	0.32	0.27	0.23	0.32	0.26	0.23	0.25	0.23
	I	0.40	0.35	0.61	0.39	0.34	0.30	0.34	0.30
	H	0.44	0.39	0.36	0.43	0.39	0.35	0.36	0.35
	G	0.48	0.43	0.40	0.46	0.42	0.39	0.41	0.39
	F	0.52	0.47	0.43	0.50	0.46	0.42	0.45	0.42
	E	0.57	0.52	0.48	0.55	0.51	0.47	0.50	0.46
	D	0.62	0.56	0.52	0.59	0.55	0.51	0.54	0.51
	C	0.65	0.59	0.54	0.62	0.57	0.54	0.56	0.53
	B	0.69	0.63	0.59	0.65	0.61	0.58	0.60	0.58



Luminaria industrial abierta	J	0.38	0.32	0.28	0.37	0.32	0.28	0.31	0.28
	I	0.47	0.52	0.39	0.46	0.41	0.38	0.40	0.37
	H	0.51	0.47	0.44	0.50	0.47	0.43	0.46	0.43
	G	0.55	0.51	0.48	0.54	0.51	0.47	0.50	0.47
	F	0.58	0.54	0.51	0.57	0.53	0.51	0.52	0.50
	E	0.63	0.60	0.57	0.62	0.59	0.56	0.58	0.55
	D	0.68	0.64	0.61	0.66	0.64	0.61	0.63	0.60
	C	0.70	0.67	0.63	0.68	0.65	0.63	0.64	0.62
	B	0.73	0.70	0.68	0.71	0.68	0.67	0.67	0.66
	A	0.74	0.72	0.70	0.72	0.70	0.68	0.69	0.67
Luminaria directa con rejilla difusora	J	0.33	0.28	0.26	0.32	0.28	0.26	0.28	0.26
	I	0.39	0.36	0.34	0.39	0.35	0.34	0.35	0.34
	H	0.43	0.40	0.38	0.42	0.40	0.38	0.39	0.38
	G	0.46	0.43	0.41	0.45	0.43	0.41	0.42	0.41
	F	0.48	0.46	0.43	0.47	0.45	0.43	0.45	0.43
	E	0.52	0.50	0.47	0.51	0.49	0.47	0.48	0.47
	D	0.55	0.53	0.51	0.54	0.52	0.51	0.52	0.51
	C	0.57	0.55	0.52	0.56	0.53	0.52	0.53	0.52
	B	0.59	0.57	0.56	0.57	0.56	0.55	0.55	0.54
	A	0.60	0.58	0.56	0.59	0.57	0.56	0.56	0.55



Luminaria esférica de vidrio	J	0.24	0.19	0.16	0.22	0.18	0.15	0.16	0.14
	I	0.29	0.25	0.22	0.27	0.23	0.20	0.21	0.19
	H	0.33	0.28	0.26	0.30	0.26	0.24	0.24	0.21
	G	0.37	0.32	0.29	0.33	0.29	0.26	0.26	0.24
	F	0.40	0.36	0.31	0.36	0.32	0.29	0.29	0.26
	E	0.45	0.40	0.36	0.40	0.36	0.33	0.32	0.29
	D	0.48	0.43	0.39	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33
	C	0.51	0.46	0.42	0.45	0.41	0.38	0.37	0.34
	B	0.55	0.50	0.47	0.49	0.45	0.42	0.40	0.38
	A	0.57	0.53	0.49	0.51	0.47	0.44	0.41	0.40
Luminaria reflector haz estrecho (incandescente o descarga)	J	0.43	0.40	0.39	0.42	0.40	0.39	0.40	0.38
	I	0.51	0.50	0.49	0.50	0.49	0.48	0.49	0.46
	H	0.55	0.54	0.53	0.54	0.53	0.52	0.53	0.52
	G	0.59	0.58	0.57	0.58	0.56	0.55	0.56	0.55
	F	0.61	0.60	0.58	0.59	0.58	0.58	0.58	0.57
	E	0.64	0.63	0.62	0.63	0.62	0.61	0.61	0.60
	D	0.68	0.65	0.64	0.66	0.65	0.64	0.64	0.63
	C	0.69	0.67	0.65	0.67	0.66	0.64	0.64	0.64
	B	0.70	0.68	0.67	0.68	0.67	0.66	0.66	0.65
	A	0.71	0.70	0.68	0.69	0.67	0.67	0.67	0.66
Luminaria reflector haz medio-ancho (incandescente o descarga)	J	0.40	0.36	0.34	0.39	0.36	0.34	0.36	0.33
	I	0.48	0.45	0.43	0.47	0.44	0.43	0.44	0.42
	H	0.52	0.50	0.48	0.51	0.49	0.47	0.49	0.47
	G	0.55	0.53	0.52	0.55	0.52	0.51	0.52	0.51
	F	0.58	0.56	0.53	0.56	0.55	0.53	0.55	0.53
	E	0.62	0.60	0.58	0.61	0.59	0.57	0.58	0.57
	D	0.66	0.63	0.61	0.64	0.62	0.61	0.62	0.61
	C	0.67	0.65	0.62	0.66	0.64	0.62	0.63	0.62
	B	0.69	0.67	0.66	0.67	0.65	0.64	0.65	0.64
	A	0.70	0.68	0.67	0.69	0.67	0.65	0.66	0.62



El factor de reflexión, se define como la relación entre la luz reflejada por una superficie y la luz incidente sobre la misma, se expresa en tanto por ciento y es distinto para diferentes colores. Para la luz blanca y para distintos colores y tonalidades exista la siguiente tabla empírica normalizada que da el valor de reflexión.

Color de paredes y techos	Factor de reflexión en %
Blanco	70 – 90
Beige claro	70 – 80
Amarillo y crema claro	60 – 75
Verde muy claro	60 – 75
Verde claro	70 – 80
Verde claro y roas	45 – 65
Azul claro	45 – 55
Gris claro	40 – 50
Rojo claro	30 – 50
Marrón claro	30 – 40
Beige oscuro	25 – 35
Marrón, verde, azul oscuros	5 – 20
Negro	3 - 4



1.3.3.7 CÁLCULO DEL FLUJO A INSTALAR

El siguiente paso es calcular el flujo total a instalar, para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$\phi_t = \frac{E \times L \times A}{F_m \times F_u} \text{ (Lm)}$$

Donde:

E = nivel de iluminación en lux según la tarea.

L = largo del local en metros.

A = ancho del local en metros.

F_m = factor de mantenimiento, determinado según se ha visto.

F_u = factor de utilización, determinado según se ha visto.

1.3.3.8 CÁLCULO DEL NÚMERO DE LUMINARIAS

Una vez calculado el flujo total ϕ_t , como conocemos el flujo que nos aporta cada luminaria ϕ_i (dato proporcionado por el fabricante), podemos calcular el número de luminarias a instalar mediante la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\phi_t}{\phi_i}$$

1.3.3.9 DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS

La distribución de las luminarias más normal, se obtiene colocando las luminarias de forma simétrica en filas y columnas, cuyo producto da el número total de luminarias instaladas. Es posible reajustar el número de luminarias por exceso o por defecto, por cuestiones de uniformidad.

1.3.4. ALUMBRADO INTERIOR

El alumbrado interior ha sido calculado con el programa Dialux. Para realizar el cálculo hay que dibujar cada dependencia del local con sus medidas correspondientes. Indicamos el valor de Iluminancia (Lux o Lm/m²) que necesitamos según la actividad a realizar. Elegimos el tipo de luminarias y lámparas que queremos utilizar. Con estos datos el programa calcula el número de luminarias que necesitamos y la distribución correspondiente para que el nivel de iluminancia sea el adecuado.



1.3.4.1. SOLUCIÓN EMPLEADA

- Recepción: 3 Luminarias PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HFP C3
- Administración: 3 Luminarias PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HFP C3
- Sala reuniones: 3 Luminarias PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HFP C3
- Recep. Material: 2 Luminarias PHILIPS HPK080 1xSON400W R GC
- Alm. Producto acabado: 3 Luminarias PHILIPS TMS028 2xTL-D58W HFP
- Zona montaje cuadros: 11 Luminarias PHILIPS TMS028 2xTL-D58W HFP
- Hueco escalera: 1 Luminaria PHILIPS TMS028 2xTL-D58W HFP
- Aseo abajo: 1 Luminaria PHILIPS FBS261 1xPL-C/2P18W C
- Oficina: 4 Luminarias PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HFP C3
- Despacho: 4 Luminarias PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HFP C3
- Zona banco pruebas: 8 Luminarias PHILIPS TMS028 2xTL-D58W HFP
- Aseo arriba: 1 Luminaria PHILIPS FBS261 1xPL-C/2P18W

1.3.5 ALUMBRADOS ESPECIALES

Las instalaciones especiales destinadas a alumbrados especiales tienen por objeto asegurar, aún faltando el alumbrado general, la iluminación en los locales y el acceso hasta las salidas, para una eventual evacuación de público o iluminar otros puntos que señalen. Se distinguen tres tipos de alumbrado especial: de emergencia, de señalización y de reemplazamiento.

Las líneas que alimentan directamente a los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales, estarán protegidas por interruptores automáticos, con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en la misma dependencia existiesen varios puntos de luz de alumbrado especiales, estos deben ser repartidos al menos entre dos líneas diferentes, aunque un número sea inferior a 12.

El alumbrado de emergencia debe permitir, en caso de fallo general, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior.

Sólo puede ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior. Si esta fuente propia está constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se puede utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

Debe poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.



La iluminación será, como, mínimo de 5 lux en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado.

Entrará en funcionamiento automáticamente al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de éstos baje a menos del 70% de su valor nominal.

Se situará en las salidas de los locales y de las dependencias indicados en cada caso y en las señales indicadoras de la dirección de los mismos. Cuando existe un cuadro principal de distribución, tanto el local donde está ubicado como sus accesos estarán provistos de este tipo de alumbrado.

Constarán de una instalación de alumbrado de emergencia las siguientes zonas:

- a) Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- b) Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencial o uso hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para evacuación de más de 100 personas.
- c) Todas las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos previos y las escaleras de incendios.
- d) Los aparcamientos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- e) Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- f) Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- g) Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.

Para cumplir las condiciones del articulado puede aplicarse la siguiente regla práctica para la distribución de las luminarias:

- Dotación: 5 lúmenes / m
- Flujo luminoso de las luminarias 4 h, siendo h la altura a las que estén instaladas las luminarias comprendida entre 2.00 y 2.50 metros.

El alumbrado de señalización se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados períodos de tiempo. Debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezca con público.

Estará alimentado, al menos, por dos suministros, sean ellos normal, complementario o procedente de fuente propia de energía eléctrica admitida.



En el eje de los pasos principales debe proporcionar una iluminación mínima de un lux.

Se situará en las salidas de los locales y dependencias indicados en cada caso y en las señalizaciones indicadoras de la dirección de los mismos.

Cuando los locales, dependencias o indicaciones que deben iluminarse con este alumbrado coinciden con los que precisan el de emergencia, los puntos de luz de ambos pueden ser los mismos.

Si el suministro habitual del alumbrado de señalización falla, o su tensión baja a menos del 70 % de su valor nominal, la alimentación del mismo debe pasar automáticamente al segundo suministro.

1.3.5.1 SOLUCIÓN EMPLEADA

La colocación del alumbrado de emergencia y señalización se situara a una altura de 2.30m. respecto del suelo, justo encima de los marcos de las puertas, en los aseos, recepción, administración, sala de reuniones, oficina y despacho.

La colocación del alumbrado de emergencia y señalización se situara a una altura de 3 m. respecto del suelo en las demás dependencias.

Los equipos colocados serán los siguientes:

- Recepción: 1 Luminaria NORMALUX DUNNA D-150
- Administración: 1 Luminaria NORMALUX DUNNA D-60
- Sala reuniones: 1 Luminaria NORMALUX DUNNA D-60
- Recep. Material: 1 Luminaria NORMALUX DUNNA D-300
- Alm. Producto acabado: 2 Luminarias NORMALUX DUNNA D-300
- Zona montaje cuadros: 1 Luminaria NORMALUX DUNNA D-300
- Hueco escalera: 1 Luminaria NORMALUX DUNNA D-60
- Aseo abajo: 1 Luminaria NORMALUX DUNNA D-30
- Oficina: 1 Luminaria NORMALUX DUNNA D-150
- Despacho: 1 Luminaria NORMALUX DUNNA D-150
- Zona banco pruebas: 2 Luminarias NORMALUX DUNNA D-300
- Aseo arriba: 1 Luminaria NORMALUX DUNNA D-30



1.4 CONDUCTORES Y DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSION

1.4.1 INTRODUCCIÓN

Se llaman líneas interiores a las instalaciones llevadas a cabo en el interior de los edificios. Comprenden en este caso, desde el punto de conexión con el transformador hasta los aparatos receptores.

Se va a realizar la conducción eléctrica del centro de transformación a los distintos receptores de la instalación, la instalación es de baja tensión y han de emplearse tensiones normalizadas como indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Emplearemos corriente alterna trifásica 400 / 230 V.

Los conductores de corriente eléctrica deben calcularse de modo que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea y además no sufran calentamientos excesivos, así como una caída de tensión en el propio conductor dentro de los límites establecidos en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

1.4.2 FACTORES PARA EL CÁLCULO DE CABLES

Para el cálculo de las líneas de distribución, se tendrán en cuenta los siguientes factores:

1. Calentamiento de los conductores.
2. Caída de tensión y pérdidas de potencia en los conductores.

1. Calentamiento de los conductores

Si por un conductor cuya resistencia es “R” ohmios, circula una intensidad de “I” amperios, se eleva su temperatura hasta que el calor transmitido por la corriente al conductor, se iguala al calor cedido por el conductor al ambiente en igual tiempo; según la ley de Joule, la cantidad de calorías recibidas en un segundo son:

$$Q = 0,24 \times I^2 \times R \quad \text{Calorías}$$

Partiendo de esta fórmula y teniendo en cuenta que las calorías cedidas dependen de la temperatura del conductor respecto del ambiente que la rodea, a su superficie, al material que forma su aislante, etc. Se demuestra que el aumento de temperatura es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad (considerando despreciables las variaciones de la resistencia con la temperatura).



$$\Delta T = \left(\frac{I}{I_n} \right)^2 \times \Delta T_n$$

Siendo:

ΔT = incremento admisible de la temperatura.

ΔT_n = incremento de la temperatura en condiciones normales.

I_n = intensidad nominal en condiciones normales.

I = intensidad admisible.

El calor que adquiere un conductor, lo va cediendo a través del medio que le rodea (aislamiento, tubo, pared, aire, etc.), produciéndose un equilibrio entre el calor que recibe por el paso de la corriente y el que desprende hacia el exterior.

El calor que es cedido al exterior es:

$$Q = M \times C \times \Delta T$$

Si la intensidad I crece, el calor producido por el paso de la corriente crece también. Al cabo de un periodo transitorio, el calor cedido al exterior será igual al producido por el paso de intensidad, por lo tanto este calor cedido al exterior aumenta también, produciéndose por consiguiente un aumento del incremento de la temperatura, pero como la temperatura del exterior es prácticamente constante, el aumento del incremento de la temperatura es debido al aumento de la temperatura del conductor.

Si la intensidad es elevada, la temperatura del conductor es elevada, con el peligro de deterioro de los aislantes por no estar diseñados para soportar esas temperaturas (con el riesgo de provocar cortocircuitos).

Por lo tanto, para cada sección de los conductores existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, que se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que se produzcan los efectos antes reseñados.

Las intensidades de las corrientes eléctricas admisibles en los conductores, (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, ITC BT 19), se regularán en función de las condiciones técnicas de las redes de distribución y de los sistemas de protección empleados en los mismos.

Los cálculos y condiciones a las que deben ajustarse los proyectos y la ejecución de estas redes están fijadas en las instrucciones complementarias correspondientes a este reglamento.

En estas tablas se dan las intensidades máximas admisibles según unas determinadas condiciones (condiciones normales), para cada sección de cable.



Complementando a estas tablas existen otras, que dan unos factores de corrección de esa intensidad admisible, según nuestra instalación varíe de las condiciones normales; como disposición de los cables, resistividad térmica del suelo (para cables subterráneos), clase de recubrimiento, temperatura ambiente, etc.

2. Caída de tensión y pérdidas de potencia en los conductores

Una vez elegida la sección de acuerdo con la intensidad nominal que ha de circular por esa sección, es menor que la intensidad máxima admisible de dicho conductor para dicha sección, deberemos comprobar que cumple las condiciones relativas a la caída de tensión.

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación para el alumbrado y del 5 % para la fuerza. Si disponemos de transformador de distribución propio las caídas serán del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para otros usos.

1.4.3 PRESCRIPCIONES GENERALES

1.4.3.1 CONDUCTORES ACTIVOS

Son los destinados a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna.

Los conductores flexibles serán únicamente de cobre.

La sección de los conductores será tal que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

Para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para una temperatura ambiente del aire de 40° C y para distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cable, están señaladas en una tabla en la instrucción ITC BT 19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.



1.4.3.2 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Si los conductores de protección están constituidos del mismo metal que los conductores de fase, tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación como se establece a continuación.

Secciones de los conductores de fase (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S / 2$
<ul style="list-style-type: none"> - Con un mínimo de 2.5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica. - Con un mínimo de 4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica. 	

Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 35 mm², se puede admitir para los conductores de protección, unas secciones menores que las que resulten de la aplicación de las tablas pero por lo menos iguales a 16 mm².

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizarán por medio de empalmes, por piezas de conexión de apriete por rosca.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases.

La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a $1000 \times U$ ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250000 ohmios.

La rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante un minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$



voltios a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1500 V.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de por lo menos 3 cm.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegando el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

1.4.4 SISTEMAS DE CANALIZACIÓN

1.4.4.1 CANALIZACIONES

Hay muchos sistemas de instalación de los conductores para una canalización fija. Algunas de estas variantes son: conductores desnudos colocados sobre aisladores, conductores aislados colocados sobre aisladores, conductores aislados bajo molduras, conductores aislados fijados directamente sobre las paredes, etc.

La solución más empleada hoy en día es la de conductores aislados sobre bandejas o a través de tubos.

Cuando las canalizaciones pasen a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techo, se realizará de acuerdo con prescripciones tales como: las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos, en toda la longitud de los pasos no habrá empalmes o derivaciones, se utilizarán tubos no obturados, etc.

1.4.4.2 TUBOS PROTECTORES

Hay muchas clases de tubos, dependiendo de las necesidades que tengamos. Algunas de estas son: Tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindados con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvables, tubos aislantes flexibles normales, tubo PVC rígido, etc.

Los tubos deberían soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60° C para los tubos aislantes constituidos por PVC.
- 70° C para los tubos metálicos aislantes.

Tanto el diámetro de los tubos como el número de conductores que deben pasar por cada uno están largamente especificados en las tablas de la instrucción ITC BT 21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.



Para la colocación de las canalizaciones bajo tubos protectores se tendrá que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección admisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de materia aislante y no propagadoras de llama. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo la utilización de bridas de conexión.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrán en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.



- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o “T” apropiados.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

La solución empleada en nuestro caso es la bandeja de rejilla (tipo Rejiband) a lo largo del perímetro de la nave para así llegar a los cuadros secundarios y a los receptores. En las zonas de oficinas, administración, sala de reuniones y aseos la canalización será por medio de tubo empotrado en paredes o en el falso techo.

1.4.5 RECEPTORES

Los aparatos receptores satisfarán los requisitos concernientes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase del local, emplazamiento, utilización, etc.), teniendo en cuenta los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación, necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos. Soportarán la influencia de los agentes externos a que estén sometidos en servicio, por ejemplo, polvo, humedad, gases y vapores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento y controlar esa conexión.



1.4.5.1. RECEPTORES PARA EL ALUMBRADO

Las lámparas de descarga deberán cumplir una serie de condiciones:

- Serán accionadas por interruptores, previstos para cargas inductivas o, en defecto de esta característica, tendrá una capacidad de corte no inferior a dos veces la intensidad del receptor o grupo de receptores.
- Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de la lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- En el caso de lámparas fluorescentes, será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,90, cumpliendo así con lo dispuesto en la ITC BT 44.

1.4.5.2 RECEPTORES A MOTOR

Según indica el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en su Instrucción 47, las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo serán las siguientes:

1.4.5.2.1 UN SOLO MOTOR

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.

1.4.5.2.2 VARIOS MOTORES

Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma de 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

1.4.6 TOMAS DE CORRIENTE

Se ha dotado a las tomas de corriente con un factor de utilización sobre su potencia total, y así, para el cálculo de la sección se ha tenido en cuenta igualmente, la fracción de la potencia total obtenida de multiplicar ésta por el factor de utilización. Se ha optado por aplicar un factor de 0,4.



1.4.7 PROCESO PARA EL CÁLCULO DE SECCIONES

1. Se diferencian los cálculos de fuerza y alumbrado.
2. Se determinan las intensidades que circulan por cada tramo.
3. Se calcula la sección según la intensidad admisible.
4. Se calculan las caídas de tensión en los distintos tramos teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables de longitud e intensidad que pueden darse.
5. Si la caída de tensión en ese tramo es mayor que la fijada, procederemos a tomar un conductor de sección superior, y volveremos a repetir el cálculo de la caída de tensión, hasta que esté dentro de los márgenes que nos fijan.

La caída de tensión por línea depende de donde se encuentre ésta y de la función a la que ha sido encomendada. Así, para la acometida, que es la línea que une el transformador con el cuadro general de distribución, es permitida una caída de tensión tal que para la fuerza y el alumbrado se permiten un 5 % y un 3 % de la tensión nominal respectivamente. Los cálculos se basan en las siguientes fórmulas:

Monofásica:

$$I = \frac{P}{V \cos \varphi} \quad e = \frac{2LI \cos \varphi}{S \gamma}$$

Trifásica:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \varphi} \quad e = \frac{\sqrt{3} LI \cos \varphi}{S \gamma}$$

donde:

I = intensidad nominal (A).

P = potencia consumida (W).

V = tensión nominal (V).

Cos φ = factor de potencia .

e = caída de tensión en voltios.

L = longitud de la línea en metros.

γ = conductividad del material del conductor (56 para el cobre, 35 para el aluminio).

S = sección del cable en mm².



1.4.8 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL CABLE

Además de lo expuesto anteriormente para el cálculo del conductor, se harán las siguientes consideraciones a la hora de elegir el cable:

1. El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que este tiene que soportar en cualquier momento.

2. La sección del cable a colocar en el alumbrado normalmente la determina la caída de tensión (si la longitud no es pequeña).

La sección de los conductores de fuerza la determina la corriente a transportar y el calentamiento que esta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deteriora.

3. El cable elegido, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación.

Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

1.4.9 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL TUBO

Para la elección del tubo protector de los conductores de distribución se ha atendido a lo dispuesto en la ITC BT 21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Los tubos deberán soportar como mínimo sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60° C para los tubos aislantes constituidos por PVC o polietileno.
- 70° C para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

Los diámetros de los tubos se eligen de acuerdo a las tablas que aparecen en la ITC BT 21 del citado reglamento. En estas tablas viene expresado el diámetro exterior mínimo en función del número, clase y sección de los conductores que ha de alojar, según el sistema de instalación y la clase de los tubos.

Para tubos en canalizaciones fijas en superficie, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 2,5 veces la sección total ocupada por los conductores.



Para tubos en canalizaciones empotradas, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 3 veces la sección total ocupada por los conductores.

Para canalizaciones aéreas o con tubos al aire, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección total ocupada por los conductores.

Para tubos en canalizaciones enterradas, para más de 10 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección total ocupada por los conductores.

El trazado de las canalizaciones se hará preferentemente siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales.

Los tubos se unirán entre si mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan los conductores.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos no estarán separados entre si más de 25 metros.

Las conexiones entre los conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante.

1.4.10 SOLUCIONES ADOPTADAS

1. Conductores.

Los conductores utilizados son cables de cobre flexibles clase 5, con denominación RV-K. El aislamiento es de polietileno reticulado (XLPE) y tienen una cubierta exterior de Policloruro de vinilo acrílico (PVC). La tensión nominal es de 0,6/1 KV.

El modelo utilizado es de la marca General Cable, su denominación es ENERGY RV-K FOC, es un cable flexible para utilización en la distribución de energía en baja tensión en instalaciones fijas de interior y exterior. Estos cables cumplen con la no propagación de la llama según la norma UNE-EN 60332-1-2. La temperatura máxima del conductor en servicio permanente es de 90°.



Las secciones adoptadas, se justifican en el documento CÁLCULOS del presente proyecto, tanto por lo que se refiere a intensidades admisibles como a caídas de tensión.

2. Canalizaciones

La canalización por donde se llevarán los conductores se dividirá en las siguientes partes:

a) Línea general de alimentación:

La línea general de alimentación partirá desde el centro de transformación hasta el cuadro general en el interior de la nave. Será una instalación enterrada a una profundidad de 0,70 mts. Se llevarán tres fases y neutro, constituida cada una de las fases por conductores unipolares de 70 mm² y el neutro por un cable unipolar de 35 mm².

b) Canalización general:

La canalización general de la nave se realizará a través de bandeja portacables de malla de acero galvanizado, se llevará canalizado desde el C.G.D. a los diferentes cuadros auxiliares de la empresa. Esta bandeja irá rodeando las diferentes zonas de la empresa, a una altura de 4 metros. La bajante de la línea a los cuadros auxiliares se realizará a través de tubo de PVC rígido libre de halógenos.

c) Derivaciones:

Las derivaciones en las zonas de oficinas, sala reuniones, administración y aseos se realizarán a través de tubo de PVC que irá a través de falso techo y por catas.

Para las derivaciones de las instalaciones de alumbrado general y tomas de corriente en las zonas de almacén, montaje de cuadros y el banco de pruebas se realizará por medio de tubo de PVC rígido libre de halógenos grapado a la pared o techo según el caso.

Además se realizará la instalación de alumbrado de emergencia y señalización por medio de tubo de PVC rígido libre de halógenos grapado a la pared.



1.5 PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN

1.5.1 INTRODUCCIÓN

En las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con las instrucciones de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC BT 22, ITC BT 23, ITC BT 24; se deben considerar las siguientes protecciones:

- a) Protección de la instalación
 - Contra sobrecargas.
 - Contra cortocircuitos.
- b) Protección de las personas
 - Contra contactos directos.
 - Contra contactos indirectos.

1.5.2 PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Los dispositivos de protección tienen por finalidad registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosa, así como para limitar las sobreintensidades.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. Un dispositivo de protección se considera selectivo cuando solamente dispara el interruptor inmediatamente anterior al punto defectuoso, tomando como base el sentido de flujo de la energía. En caso de fallar el interruptor, tiene que actuar otro de orden superior.

Se entiende por tiempo de escalonamiento, el intervalo necesario para que dispare con seguridad sólo el elemento de protección anterior al punto de defecto.

Las características de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse.

1.5.2.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS

Se denomina sobrecarga, al paso de una intensidad superior a la nominal de la instalación. Esta intensidad superior a la nominal, no producirá daños en la instalación si su duración es breve, sin embargo si la duración es larga se producirán daños, ya que los aparatos receptores y conductores no están preparados para soportar este incremento de temperatura a la que se verán sometidos como consecuencia del incremento de la intensidad.



La consecuencia más directa de la sobrecarga, es una elevación de la temperatura, que por otra parte es la causa directa de los desperfectos que pueda ocasionar la sobrecarga en la instalación.

Las protecciones que se utilizan contra las sobrecargas, se tratan esencialmente de una protección térmica, o sea, basada en la medición directa o indirecta de la temperatura del objeto que se ha de proteger, permitiendo además la utilización racional de la capacidad de sobrecarga de este mismo objeto.

La medida directa de la temperatura se realiza por medio de una imagen térmica o relé térmico más o menos aproximada que reproduce las condiciones de carga y calentamiento del objeto que se ha de proteger.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas vienen indicados en la instrucción ITC BT 22 y son los siguientes:

- Cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.
- Interruptor automático de corte omipolar con curva térmica de corte.

1.5.2.2 PROTECCIONES CONTRA CORTOCIRCUITOS

Es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones sobre los cortocircuitos:

- **Corriente de cortocircuito**

Es la corriente que fluye por el punto en que se ha producido el cortocircuito mientras este dure.

La corriente de cortocircuito transcurre, generalmente, en un principio de forma asimétrica con respecto a la línea cero y contiene una componente alterna y otra continua. La componente de corriente alterna se amortigua hasta alcanzar el valor de la intensidad permanente de cortocircuito, la componente de corriente continua se atenúa hasta anularse.

- **Corriente alterna de cortocircuito**

Es la componente de la corriente de cortocircuito que fluye al punto defectuoso a través de las distintas derivaciones.

- **Impulso de la corriente de cortocircuito**

Es el máximo valor instantáneo de la corriente después de producirse el cortocircuito. Se indica como valor de cresta. Varía según el momento en que se produzca el cortocircuito.

- **Corriente alterna inicial de cortocircuito**



Es el valor eficaz de la intensidad de la corriente alterna de cortocircuito en el momento de producirse este.

- **Corriente permanente de cortocircuito**

Es el valor eficaz de la corriente alterna que permanece después de finalizado el proceso de amortiguamiento. Depende de la excitación de los generadores. Si no se indica otra cosa, en los generadores se entiende por corriente permanente de cortocircuito la que se establece en caso de cortocircuito en todos los polos de las bornas y a la excitación nominal.

- **Potencia inicial de cortocircuito**

Es igual al producto entre la intensidad de la corriente alterna inicial de cortocircuito, la tensión de servicio y el factor de concatenación.

- **Retardo mínimo de desconexión**

Es el tiempo que transcurre entre el momento de producirse el cortocircuito y la separación de los contactos al abrir el cortocircuito en todos los polos del interruptor.

El retardo mínimo de desconexión viene dado por la suma del tiempo propio de reacción del relé y el tiempo de ruptura del interruptor. Los retardos ajustables de los dispositivos de disparo no deben considerarse, puesto que el retardo mínimo de desconexión no incluye los tiempos de retardo intencionado.

- **Tipos de cortocircuito según las clases de defecto**

Cortocircuitos tripolares, cortocircuitos bipolares, cortocircuitos bipolares con contacto a tierra y contactos a tierra simples y dobles.

- **Impedancia de cortocircuito**

Es la impedancia de la trayectoria total de la corriente de cortocircuito. Lo que caracteriza a los cortocircuitos en las instalaciones eléctricas, es que el valor de la intensidad que circula es muy grande. La intensidad permanente de cortocircuito suele ser superior a 10 veces la intensidad nominal de la instalación.

En los casos en que se produzcan cortocircuitos lo que interesa, es una interrupción rápida de la corriente por el punto más cercano al cortocircuito.

Los dispositivos de protección contra cortocircuitos vienen indicados en la instrucción ITC BT 22 y son los siguientes:

- Cortocircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.



- Interruptor automático con sistema de corte omnipolar.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de conexión.

Se admite, no obstante que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecarga, mientras que un solo dispositivo general, pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Para la correcta aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 se deberá aplicar lo indicado en la tabla 1 de la ITC BT 22, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

1.5.2.3 PROCESO PARA EL CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Ley general

El valor de la corriente de cortocircuito se obtiene por la relación:

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3}Z_T}$$

Donde:

I_{cc} = corriente de cortocircuito eficaz en KA

U_s = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador

Z_T = impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en $m\Omega$.

Cálculo de Z_t :

Cada constituyente de una red de baja tensión se caracteriza por una impedancia Z compuesta de:

- Un elemento resistente **R**.
- Un elemento inductivo **X** llamado reactancia.

El método consiste en descomponer la red en trozos y en calcular para cada uno de ellos los valores de **R** y **X**, después se suman aritméticamente por separado. A continuación se compone un triángulo rectángulo de forma que la suma de las **R** es un



cateto y la suma de las X es el otros cateto, la hipotenusa es el valor de Z_T que estamos buscando y se halla mediante la siguiente fórmula:

$$Z_T = \sqrt{R^2 + X^2}$$

Determinación de la impedancia “aguas arriba de la red”.

La potencia de cortocircuito de la red es un dato que suministra la compañía eléctrica (365,8 MVA).

Despreciando la resistencia frente a la reactancia se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevada el secundario del transformador:

$$Z = X = \frac{U_s^2}{P_{cc}}$$

Donde:

U_s^2 = tensión en vacío del secundario en voltios.

P_{cc} = potencia de cortocircuito en KVA.

Z, X = impedancia o reactancia aguas arriba en $m\Omega$.

Transformador

Para un cálculo aproximado, se puede despreciar la resistencia debida a las pérdidas en el cobre según la relación:

$$Z = X = U_s^2 \frac{U_{cc}}{S100}$$

Donde:

U_s = tensión en vacío entre fases en voltios.

U_{cc} = tensión de cortocircuito en % (4%)

S = potencia aparente en KVA (160 KVA)

Z, X = impedancia o reactancia al secundario en $m\Omega$.

La resistencia del transformador es despreciable

La resistencia y reactancia de todo el aparellaje de alta tensión lo consideramos despreciable.

Conductores



La resistencia de los conductores se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

Donde:

R = resistencia del conductor (Ω).

ρ = resistividad del conductor (en nuestro caso cobre).

L = longitud del conductor.

S = sección por fase del conductor.

El cálculo de la reactancia

$$X = 0.15 \times L$$

Donde:

X = reactancia del conductor (para secciones inferiores a 25 mm² se podría despreciar la reactancia)

1.5.3 PROTECCIÓN DE PERSONAS

Siempre que existe entre dos puntos una diferencia de potencial y un elemento conductor los une entre sí, se establecerá una corriente eléctrica entre ellos. La circulación de la corriente por las personas se puede producir de dos formas posibles:

a) Cuando las personas se pongan en contacto con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión (contacto directo) debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por ruptura, defecto de aislamiento, etc.

b) Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica accidentalmente bajo tensión (contacto indirecto), como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina, etc., que puedan quedar bajo tensión por defecto de aislamiento por confusión en la conexión del conductor de protección con el de fase activa.

Diversos estudios se han realizado para determinar con exactitud, los valores peligrosos en intensidad y tiempo, trazándose de esta forma curvas límites tiempo-corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, valores superiores a 30 mA se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos superiores a 30 ms. Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano. Las distintas precauciones que se emplean tenderán a limitar la tensión de contacto.



La tensión límite convencional según la instrucción ITC BT 24 es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo 24 V para las instalaciones de alumbrado público.

El Reglamento Electrotécnico para Baja tensión fija unos valores de tensiones máximos de contacto que son:

- En locales o emplazamientos húmedos 24 V.
- En locales secos la tensión será inferior a 50 V.

El grado de peligrosidad de la corriente eléctrica para la persona que pueda establecer contacto directo o indirecto, dependerá de factores fisiológicos, e incluso de su estado concreto en el momento del contacto; sin embargo, al margen de ello, a nivel general, se puede decir que depende del valor de la corriente que pasa por él y de la duración de la misma.

1.5.3.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Para considerar satisfecha en las instalaciones la protección contra contactos directos se llevará a cabo alguno de los métodos indicados en la Norma UNE 20.460 que son:

- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente a un valor no superior a 1 mA.
- Protección por medio de barreras o envolventes; las partes activas se situarán en el interior de las envolventes o detrás de las barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB según UNE 20.324.
- Protección por medio de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales de servicio eléctrico sólo accesibles al personal autorizado.
- Protección por alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentren o circulen que no sea posible un contacto fortuito con las manos por la manipulación de objetos conductores cuando estos se utilicen habitualmente cerca de la instalación. Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales de servicio eléctrico sólo accesibles al personal autorizado.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual; el empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente



diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida; tales dispositivos no constituyen por sí mismos una medida de protección completa.

En la instalación se adoptará principalmente que todos los conductores activos estarán recubiertos por aislamientos apropiados.

1.5.3.2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc.

Las medidas de protección contra contactos indirectos dependen del esquema de distribución; siendo en este caso un esquema TT las características y prescripciones serán las siguientes:

- Todas las masas de los equipos eléctricos y protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.
- El punto neutro de cada generador o transformador, o, si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \times I_A < U$$

Siendo:

R_A = suma de las resistencias de tierra y de los conductores de protección de las masas.

I_A = corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección.

U = tensión de contacto límite convencional.

Los dispositivos de protección utilizados en el esquema TT son los siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles interruptores automáticos.

Con miras a la selectividad pueden instalarse dispositivos de corriente diferencial-residual temporizada, en serie con dispositivos de protección diferencial-residual de tipo general, con un tiempo de funcionamiento como máximo igual a 1 s.



1.5.4 SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución adoptada consiste en colocar un interruptor general automático a la entrada del cuadro general de distribución; a la salida de cada línea se colocarán un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial.

En los cuadros auxiliares se colocará un interruptor de corte o un seccionador de corte en carga a la entrada del cuadro; a la salida de cada línea se colocarán un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial.

Se instalarán interruptores diferenciales de diferentes sensibilidades según sea el caso:

En líneas de fuerza $I_s = 300\text{mA}$.

En líneas de alumbrado $I_s = 30\text{ mA}$.

Estos interruptores magnetotérmicos irán asociados a las puestas a tierra de las masas.

Los elementos de protección utilizados son de la marca Schneider Electric. A su elección se tendrá en cuenta, aparte del calibre y del poder de corte, la selectividad y las curvas de limitación de los mismos que aparecen en los catálogos comerciales.

La protección diferencial se incluye en todas las derivaciones del embarrado y cuadros auxiliares que siguen a estas derivaciones, de forma que no pueda tener lugar ninguna electrocución o defecto peligroso.

La protección diferencial debe ser selectiva para lo cual se debe dotar a los diferenciales situados en cabecera de línea del retraso correspondiente en función de los diferenciales colocados en dichas líneas aguas abajo.

1.6 PUESTAS A TIERRA

1.6.1 INTRODUCCIÓN



Las puestas a tierra se establecen con el objeto principal de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta a tierra se plantea como una instalación paralela a la instalación eléctrica, como un circuito de protección, que tiene que proteger a las personas, a las instalaciones eléctricas y a los receptores conectados a ellas.

El límite de tensión admisible entre una masa cualquiera en relación a tierra, o entre masas distintas, nos viene definido en la instrucción 18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Locales húmedos	24 voltios.
Locales secos	50 voltios.

Estos valores son los máximos que se supone soporta el cuerpo humano sin alteraciones significativas.

Las tomas de tierra limitan las sobreintensidades que por diferentes causas aparecen en las instalaciones, siendo esta limitación tanto mayor en cuanto las tomas de tierra presenten menor impedancia al paso de esta corriente.

Durante el transcurso de las perturbaciones, los equipos de una misma instalación deben quedar al mismo potencial; siendo muy importante la necesidad de corregir pequeños valores de puesta a tierra, con el fin de obtener la equipotencialidad.

1.6.1.1 OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra, es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falta, o la de descargas de origen atmosférico.

La instalación a tierra se convierte en una especie de embudo sumidero que manda a tierra toda la corriente eléctrica que se salga de su recorrido normal y también enviará a tierra corrientes o descargas de origen atmosférico o procedentes de otras fuentes.

El paso de estas diferentes corrientes por el terreno conductor, con unas características eléctricas variables por sus características geológicas, producen unas distribuciones de potencial en toda su masa y en particular en su superficie, con las consiguientes diferencias de potencial entre puntos del terreno que inciden directamente



sobre la seguridad de las personas. Por ello, los estudios de las puestas a tierra deberían considerar:

- La seguridad de las personas.
- La protección de las instalaciones.
- La protección de los equipos sensibles.
- Un potencial de referencia.

Para ello es necesario conocer:

- Los elementos que forman las instalaciones.
- Las diferentes fuentes de corriente que las solicitan.
- Las respuestas de los diferentes elementos a estas diferentes fuentes.
- El terreno, teniendo en cuenta su heterogeneidad (rocas que lo forman, estratos, textura, etc.) y los factores que sobre él actúan (humedad y temperatura).

1.6.1.2 PARTES DE LA PUESTA A TIERRA

Los elementos de puesta a tierra, se dividen en cinco partes o grupos:

1) El terreno.

El terreno, desde el punto de vista eléctrico, se considera como el elemento encargado de disipar corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico.

Este comportamiento viene determinado por la resistividad, que es una característica de todos los materiales y que nos da una idea de la resistencia que ofrece un material al ser atravesado por una corriente eléctrica.

Los cuerpos que tienen una resistividad muy baja, dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica y los materiales que tienen una resistividad alta, se oponen al paso de corriente.

La resistividad del terreno se mide en ohmios por metro.

Como los terrenos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, un determinado terreno tendrá una resistividad aparente que promedia los efectos de las diferentes capas que componen el terreno.

La investigación de las características eléctricas del terreno es un requerimiento de la instrucción MIE-RAT-13, para realizar el proyecto de una instalación de puesta a tierra.



El terreno, como conductor de la corriente eléctrica, se puede considerar como un agregado formado por una parte sólida mineral y sendas partes líquida y gaseosa. La resistividad del terreno depende de los siguientes concepto:

- Humedad.
- Resistividad de los minerales que forman la fracción sólida.
- Resistividad de los líquidos y gases que rellenan los poros de la fracción sólida.
- Porosidad.
- Salinidad.
- Superficie de separación de la fase líquida con la fase sólida.
- Temperatura.
- Textura.

2) Tomas de tierra.

La toma de tierra es el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio.

La toma de tierra consta de tres partes fundamentales:

1.- Electrodos.

Son la masa metálica que se encuentra en contacto permanente con el terreno para facilitar a este el paso de corrientes de defecto, o la carga eléctrica que pueda tener.

Pueden ser naturales o artificiales; los electrodos naturales, suelen estar constituidos por conducciones metálicas enterradas, como conducciones de agua, cubiertas de plomo de cables de redes subterráneas, pilares metálicos de los edificios que se construyen con estructuras metálicas, etc. Los electrodos artificiales pueden ser barras (picas), tubos, placas metálicas, cables, u otros perfiles que a su vez puedan combinarse formando anillos o mallas.

De la sección en contacto con el terreno dependerá el valor de la resistencia a tierra. En general, la sección de un electrodo no debe ser inferior a un cuarto de la sección del conductor de línea principal de tierra.

Los metales deben ser inalterables a las acciones de la humedad y del terreno como son el cobre, el hierro galvanizado, fundición de hierro, etc.

2.- Líneas de enlace con tierra.



La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra desnudos en el suelo, se consideran que forman parte del electrodo y deberán ser de cobre u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35 mm^2 de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.

3.- Punto de puesta a tierra.

El elemento de la puesta a tierra, es el situado fuera del terreno y que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. El punto de puesta es un elemento de conexión, placa, regleta, grapa, etc. que une los conductores de la línea de enlace con la principal de tierra. El número de puntos de puesta a tierra conectados al mismo electrodo o conjunto de ellos dependerá del tipo de instalación.

3) Línea principal de tierra.

Es la parte del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores de cobre, que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos necesarios.

Serán de cobre y se dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevé, siendo como mínimo de 16 mm^2 de sección.

Su tendido se hará buscando los caminos más cortos y evitando los cambios bruscos de dirección. Se evitará someterlos a desgastes mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y los desgastes mecánicos. La línea principal de tierra termina en el punto de puesta a tierra, teniendo especial cuidado en la conexión, asegurando una conexión efectiva.

4) Derivaciones de las líneas principales de tierra.

Son los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o bien directamente las masas significativas que existen en el edificio. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión. El dimensionamiento viene en la ITC BT 18.

Secciones de los conductores de fase (mm^2)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm^2)
$S \leq 16$	S



$16 < S \leq 35$ $S > 35$	16 $S / 2$
<ul style="list-style-type: none"> - Con un mínimo de 2.5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica. - Con un mínimo de 4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica. 	

5) Conductores de protección.

Son los conductores de cobre, encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación y de los aparatos eléctricos, con las derivaciones de la línea principal de tierra, con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

El dimensionamiento de estos conductores, viene dado en función de la sección del conductor de fase de la instalación que protege, según la ITC BT 19.

1.6.2 ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA

Una vez realizada la toma de tierra del edificio, se deberá conectar en los puntos de puesta a tierra todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión, con el fin de conseguir una gran red equipotencial dentro del edificio y en contacto íntimo con tierra.

Según la norma tecnológica de la edificación, deberá conectarse a tierra:

- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Caja General de Protección (no obligatorio según R.E.B.T.).
- Instalación de pararrayos.
- Instalación de antenas colectivas de TV y FM.
- Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes eléctricos y masas metálicas.
- Toda masa o elemento metálico significativo.
- Estructuras metálicas y armaduras de muros de hormigón.

1.6.3 SOLUCIÓN ADOPTADA



El electrodo de puesta a tierra está formado por un conductor de cobre de 50 mm² desnudo y enterrado a una profundidad de 0.8 m. El conductor abarca todo el perímetro de la nave, y en cada vértice tendrá una pica de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud.

El número total de picas será 4, y toda la red estará unida al mallazo metálico de cimentación y a los pilares metálicos. Todas las uniones se realizarán mediante soldadura aluminotérmica. En cada pica se pondrá una arqueta de registro para poder comprobar el buen estado de las picas y de las conexiones al anillo de cobre desnudo.

El anillo de puesta a tierra se conectará al bornero principal de tierra del cuadro general a través de una caja de seccionamiento y medida de puesta a tierra situada junto al cuadro, desde donde partirán las derivaciones a los cuadros auxiliares de distribución y de estos partirán los conductores de protección a los distintos receptores (alumbrado de la nave, tomas de corriente y maquinaria).

Los conductores de tierra se distinguirán fácilmente de los conductores activos por el color amarillo-verde.

1.7 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN



1.7.1 OBJETO

Este capítulo tiene por objeto definir las características del Centro de Transformación MT/BT destinado al suministro de energía eléctrica para abastecer la demanda necesaria en la nave industrial.

1.7.1.1 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES

Normas Generales:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Aprobado por Real Decreto 3.275/1982, de 12 noviembre, B.O.E. 01-12-1982.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. 25-10-1984.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.
- Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias. Hasta el 10 de marzo de 2000.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. De 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y



procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).

- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de noviembre.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 Marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.
- Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- NTE-IEP. Norma tecnológica de 24-03-1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Normas UNE / IEC.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

Normas y recomendaciones de diseño del edificio:

- CEI 62271-202 UNE-EN 62271-202
Centros de transformación prefabricados.

- NBE-X
Normas básicas de la edificación

Normas y recomendaciones de diseño de aparamenta eléctrica:

- CEI 62271-1 UNE-EN 60694
Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.



- CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- CEI 62271-200 UNE-EN 62271-200 (UNE-EN 60298)
Aparataje bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores o iguales a 52 KV.
- CEI 62271-102 UNE-EN 62271-102
Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- CEI 62271-103 UNE-EN 62271-103
Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1KV e inferiores a 52 KV.
- CEI 62271-105 UNE-EN 62271-105
Combinados interruptor – fusible de corriente alterna para Alta Tensión.
- CEI 60255-X-X UNE-EN 60255-X-X
Relés eléctricos.
- UNE-EN 60801-2
Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y de control de los procesos industriales. Parte 2: Requisitos relativos a las descargas electrostáticas.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

- CEI 60076-X
Transformadores de Potencia.
- UNE 21428
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

1.7.2 CARACTERISTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN



El Centro de Transformación, tipo cliente, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, realizándose la medición de la misma en Media Tensión.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 13,2 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

El Centro de Transformación será prefabricado de la marca Ormazabal, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica.

Los tipos generales de celdas empleadas en este proyecto son sistema CGM: celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

1.7.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.7.3.1 OBRA CIVIL

1.7.3.1.1 LOCAL

El centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad, situada en la fachada de la nave.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón de la marca Ormazabal, modelo PFU-4.

El acceso al centro de transformación estará restringido al personal de la compañía eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la compañía eléctrica.

1.7.3.1.2 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Se trata de un edificio prefabricado de hormigón, modelo PFU-4 de Ormazabal.

Las características más destacadas del prefabricado serán:

- Descripción:

Los centros de transformación PFU, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envoltorio de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la armaria de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.



La principal ventaja que presentan estos centros de transformación es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación.

- **Envolvente:**

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 Kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 K Ω respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y superior se sitúan los orificios para el paso de los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de “U”, que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

- **Placa piso:**

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm. se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

- **Accesos:**

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del centro



de transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño Ormazabal que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

- Ventilación:

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de “V” invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

- Acabado:

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

- Calidad:

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el certificado de calidad UNESA de acuerdo a la RU 1303A.

- Alumbrado:

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Varios:

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación:

Para la ubicación de los centros de transformación PFU es necesaria una excavación, cuyas dimensiones varían en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de unos 100 mm. de espesor.

- Características detalladas:

- Número de transformadores: 1
- Tipo de ventilación: Normal



○ Puertas de acceso peatón:	1
○ Dimensiones exteriores:	
▪ Longitud:	4480 mm.
▪ Fondo:	2380 mm.
▪ Altura:	3045 mm.
▪ Altura vista:	2585 mm.
▪ Peso:	12000 Kg.
○ Dimensiones interiores:	
▪ Longitud:	4280 mm.
▪ Fondo:	2200 mm.
▪ Altura:	2355 mm.
○ Dimensiones de la excavación:	
▪ Longitud:	5260 mm.
▪ Fondo:	3180 mm.
▪ Profundidad:	560 mm.

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

1.7.3.2 INSTALACIÓN ELECTRICA

1.7.3.2.1 CARACTERISTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

La red de la cual se alimenta el centro de transformación sera de tipo subterráneo, con una tensión de 13,2 KV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50Hz.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 365,8 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 16 KA.

1.7.3.2.2 CARACTERISTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

1.7.3.2.2.1 CARACTERISTICAS DE LAS CELDAS

Los tipos generales de celdas empleadas en este proyecto son sistema CGM: celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Celdas empleadas:

- CGMCOSMOS-L; Interruptor - Seccionador
- CGMCOSMOS-P; Protección fusibles
- CGMCOSMOS-M; Medida



1.7.3.2.2.1.1 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LAS CELDAS

- Entrada / Salida1: CGMCOSMOS-L

La celda CML de línea, esta constituida por un modulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Características eléctricas:
 - Tensión asignada: 24 KV
 - Intensidad asignada: 400 A
 - Intensidad de corta duración (1s), eficaz: 16 KA
 - Intensidad de corta duración (1s), cresta: 40 KA
 - Nivel de aislamiento:
 - Frecuencia industrial (1 min.) a tierra y entre fases: 28 KV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 KV
 - Capacidad de cierre (cresta): 40 KA
 - Capacidad de corte:
 - Corriente principalmente activa: 400 A
- Características físicas:
 - Ancho: 365 mm.
 - Fondo: 735 mm.
 - Alto: 1740 mm.
 - Peso: 95 Kg.
- Otras características constructivas:
 - Mando interruptor: Manual tipo B

- Protección general: CGMCOSMOS-P

La celda de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de



puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:
 - Tensión asignada: 24 KV
 - Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
 - Intensidad asignada en la derivación: 200 A
 - Intensidad fusibles: 3x25 A
 - Intensidad de corta duración (1s), eficaz: 16 KA
 - Intensidad de corta duración (1s), cresta: 40 KA
 - Nivel de aislamiento:
 - Frecuencia industrial (1 min.) a tierra y entre fases: 50 KV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 KV
 - Capacidad de cierre (cresta): 40 KA
 - Capacidad de corte:
 - Corriente principalmente activa: 400 A
- Características físicas:
 - Ancho: 470 mm.
 - Fondo: 735 mm.
 - Alto: 1740 mm.
 - Peso: 140 Kg.
- Otras características constructivas:
 - Mando posición con fusibles: Manual tipo BR
 - Combinación interruptor-fusibles: Combinados
 - Rele de protección: ekorRPT-201A
- Medida: CGMCOSMOS-M

La celda de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

- Características eléctricas:
 - Tensión asignada: 24 KV



- Características físicas:
 - Ancho: 800 mm.
 - Fondo: 1025 mm.
 - Alto: 1740 mm.
 - Peso: 165 Kg.
- Otras características constructivas:
 - Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI
De aislamiento seco y contruidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:
 - > Transformadores de tensión
 - Relación de transformación: 13200/V3-110/V3 V
 - Sobretensión admisible en permanencia: 1,2 Un en permanencia
1,9 Un durante 8 horas
 - Medida
 - Potencia: 15 VA
 - Clase de precisión: 0,2
 - > Transformadores de intensidad
 - Relación de transformación: 5-10/5 A
 - Intensidad térmica: 80 In (min. 5 KA)
 - Sobreintensidad admisible en permanencia: Fs ≤ 5
 - Medida
 - Potencia: 15 VA
 - Clase de precisión: 0,2

1.7.3.2.2 CARACTERISTICAS DEL TRANSFORMADOR

Transformador trifásico reductor de tensión, contruido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 160 KVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 13,2 - 20 KV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:
 - Regulación en el primario: + 2,5 %, + 5 %, + 7,5 % + 10 %
 - Tensión de cortocircuito (Ecc): 4 %
 - Grupo de conexión: Dyn11
 - Protección incorporada al transformador: Sin protección propia

1.7.3.2.3 CARACTERISTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN

El cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador de MT/BT y distribuirlo en un determinado número de circuitos individuales.



- El cuadro tiene las siguientes características:
 - Interruptor manual de corte en carga de 250 A.
 - 4 salidas formadas por bases portafusibles.
 - Interruptor diferencial bipolar de 25 A y sensibilidad 30 mA.
 - Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.
 - Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A / 250 V.
 - Bornas (alimentación a alumbrado) y pequeño material.
- Características eléctricas:
 - Tensión asignada 440 V
 - Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min.)
 - A tierra y entre fases: 10 KV
 - Entre fases: 2,5 KV

1.7.3.2.4 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Interconexiones de MT:
 - Cables MT 12/20 KV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.
 - La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 KV del tipo cono difusor y modelo OTK.
 - En el extremo de la celda, la terminación es EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable recta y modelo K-152.
- Interconexiones de BT:

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.
- Defensa de transformadores:

Constituida por rejilla metálica y perfilera metálica de sustentación de la misma y diseñada de forma que impida el contacto de personas con partes activas de la instalación.
- Iluminación del edificio de transformación:
 - Alumbrado general:



En el interior del centro de transformación se instalaran como mínimo dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para realizar las tareas de comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio sera como mínimo de 150 lux. Además se podrá efectuar la sustitución de las lamparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se ha optado por la instalación de dos luminarias estancas fluorescentes de 2x36 W controladas por un interruptor en las proximidades del acceso al local. (Philips ref. TCW216 2xTL-D 36W)

- Alumbrado de emergencia:

El alumbrado de emergencia del local se conformara con un equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

Se ha optado por la instalación de una luminaria de emergencia estanca con un flujo luminoso de 200 lm. (Normalux ref. DE-200)

1.7.4 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELECTRICA

El conjunto consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

Unidades de protección, automatismo y control.

- Unidad de protección: ekorRPT

Unidad digital de protección desarrollada para su aplicación en la función de protección de transformadores. Aporta a la protección de fusibles protección contra sobrecargas y defectos fase-tierra de bajo valor. Es autoalimentado a partir de 5 A a través de transformadores de intensidad toroidales, comunicable y configurable por software con histórico de disparos.

- Características:

- Rango de potencias: 50 KVA – 2500 KVA
- Funciones de protección:
 - Sobreintensidad de fases 3 x 50/51
 - Sobreintensidad de fuga a tierra 50N/51N
 - Ultrasensible de fuga a tierra 50Ns/51Ns
 - Termómetro (disparo exterior) 49T
- Detección de faltas a tierras desde: 0,5 A
- Bloqueo de disparo interruptor: 1200 A y 300A
- Evita fusiones no seguras de fusibles: zona I3
- Posibilidad de pruebas por primario y secundario
- Configurable por software (RS-232) y comunicable (RS-485)
- Histórico de disparos
- Medidas de intensidad: I1, I2, I3 e Io



- Opcional con control integrado (alimentación auxiliar)
- Elementos:
 - Rele electrónico que dispone en su caratula frontal de teclas y display digital para realizar el ajuste y visualizar los parámetros de protección, medida y control. Para la comunicación dispone de un puerto frontal RS-232 y en la parte trasera un puerto RS-485 (5 KV)
 - Los sensores de intensidad son transformadores toroidales que tienen una relación de 300 A / 1 A. Para la opción de la protección homopolar ultrasensible se coloca un toroidal adicional que abarca las tres fases. En el caso de que el equipo sea autoalimentado (desde 5 A por fase) se debe colocar un sensor adicional por fase.
 - La tarjeta de alimentación acondiciona la señal de los transformadores de autoalimentación y la convierte en una señal de CC para alimentar el relé de forma segura. Dispone de una entrada de 230 Vca para alimentación auxiliar exterior con un nivel de aislamiento de 10 KV.
 - El disparador biestable es un actuador electromecánico de bajo consumo integrado en el mecanismo de maniobra del interruptor.
- Otras características:
 - Ith/Idin: 20 KA / 50 KA
 - Temperatura: -10 °C a 60 °C
 - Frecuencia: 50 Hz; 60 Hz \pm 1 %
 - Ensayos:
 - De aislamiento según 60255-5
 - De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011
 - Climáticos según CEI 60068-2-X
 - Mecanismos según CEI 60255-21-X
 - De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Así mismo este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 89/336/EEC y con la CEI 60255. Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo B131-01-69-EE acorde a las normas genéricas EN 50081 y EN 50082.



1.7.5 PUESTA A TIERRA

1.7.5.1 TIERRA DE PROTECCIÓN

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de transformadores, etc., así como la armadura del edificio. No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

La tierra de protección estará constituida por un anillo de conductor de cobre desnudo de 50 mm² y enterrado a una profundidad de 0,8 m. El anillo rectangular de 5 metros por 5 metros estará formado por 8 picas de 8 metros de longitud. Esta es la configuración 50-50/8/88 según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” elaborado por UNESA.

El anillo de tierra estará a su vez unido al mallazo dispuesto a 10 cm. bajo el piso del centro de transformación.

1.7.5.2 TIERRA DE SERVICIO

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de AT, el neutro del transformador de potencia de BT, se conectara a una toma de tierra independiente del sistema de AT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra.

La configuración utilizada sera una hilera de 2 picas de 14 mm. De diámetro de 2 mts. de longitud enterradas a 0,5 mts. de profundidad y una distancia entre picas de 3 mts. Estas estarán unidas por cable desnudo de 50 mm².

La conexión entre el neutro del lado de BT del transformador de potencia y la primera pica de la tierra de servicio sera por medio de cable aislado de 50 mm².

1.7.6 ELEMENTOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD

1.7.6.1. MEDIDAS DE SEGURIDAD

- No sera posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si estas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamiento interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y alas tapas de acceso a los cables.
- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberan ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de



esta forma la pérdida de suministro en los centros de transformación interconectados con este, incluso en el eventual caso de inundación del centro de transformación.

- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- Los mandos de la apartamentación estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la apartamentación protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

1.7.6.2. EQUIPAMIENTO AUXILIAR

El centro estará equipado con el siguiente equipamiento auxiliar:

- Banqueta aislante hasta 24 KV
- Pértiga detectora
- Guantes aislantes para 20 KV
- Extintor de eficacia mínimo 89 B
- Cartel de las 5 reglas de oro
- Rótulos de peligro con la leyenda de “Alta tensión. Peligro de muerte”
- Botiquín de primeros auxilios

1.8 COMPENSACIÓN ENERGÍA REACTIVA

Los aparatos y máquinas utilizados, además de un consumo de energía activa, tienen un consumo de energía reactiva inductiva; los receptores inductivos absorben energía de la red durante la creación de los campos magnéticos y la entregan durante la destrucción de estos. Esto provoca un consumo de energía que no es aprovechado directamente por los receptores. La energía reactiva está representada por el $\cos\phi$ o factor de potencia.

El factor de potencia depende únicamente de las características de los receptores y de su régimen de funcionamiento (tipo de motor, velocidad, carga), y es independiente del rendimiento propio de estos receptores.

Las ventajas de un buen factor de potencia se pueden resumir en las siguientes:

- Reducción en el recibo de la electricidad.
- Optimización de las instalaciones eléctricas. Entre estas se pueden describir:



- Disminución de la caída de tensión en las líneas.
- Reducción del dimensionamiento de las líneas.
- Disminución de las pérdidas por calentamiento en línea.

La resistencia de los conductores siempre provoca pérdidas de potencia. Estas pérdidas son proporcionales al cuadrado de la corriente transportada, la cual, para una misma potencia activa, disminuye a medida que el factor de potencia aumenta.

- Aumento de la potencia disponible en el transformador de alimentación.

Mientras el factor de potencia crece, la potencia aparente S para una misma potencia activa P disminuye; es decir, se utiliza tanto mejor un transformador conforme el factor de potencia de la carga más se aproxima a la unidad.

- Facilita el suministro de la tensión nominal a los receptores.
- Reporta una disminución de costes de la factura de energía eléctrica al realizar una bonificación la compañía suministradora para valores:

$$0.9 < \cos\phi < 1$$

En la instalación proyectada tenemos un factor de potencia de 0,96 por lo que no será necesario realizar la compensación mediante batería de condensadores.

1.9 ESTUDIO VIABILIDAD

1.9.1 INTRODUCCIÓN

El objeto del estudio de viabilidad es calcular el periodo de amortización de la instalación de un centro de transformación gracias al ahorro mensual en las facturas eléctricas.

1.9.2 FACTURAS ELÉCTRICAS

La factura eléctrica se compone de los siguientes apartados:

- Cuota termino de potencia :

$$\text{Cuota termino de potencia} = P_f \times F \times T_p$$

P_f : Potencia base de facturación

F : Periodo de facturación

T_p : Terminio de potencialmente

La potencia base de facturación depende de la lectura del maxímetro:

$$P_r > 1,05 P_c \Rightarrow P_f = P_r + 2(P_r - 1,05 P_c)$$

$$0,85 P_c < P_r < 1,05 P_c \Rightarrow P_f = P_r$$

$$P_r < 0,85 P_c \Rightarrow P_f = 0,85 P_c$$

P_r = Potencia registrada en maxímetro



P_c = Potencia contratada

- Cuota termino de energía:

Cuota termino de energía = Energía activa consumida x T_e
 T_e : Terminio de energía

- Complemento de energía reactiva:

Si el $\cos\phi$:

$1 \geq \cos\phi > 0,95$ Tendremos una bonificación a razón de:

$K_r (\%) = (37,026 / \cos^2\phi) - 41,026$
Con una bonificación máxima del 4%

$0,95 \geq \cos\phi \geq 0,90$
 $K_r (\%) = 0$

$\cos\phi < 0,90$ Tendremos una penalización a razón de :

$K_r (\%) = (29,16 / \cos^2\phi) - 36$
Con una penalización máxima del 50,7%

- Impuesto sobre la electricidad:

4,864% sobre el resultado de multiplicar 1,05113 por la suma de los importes de cuota terminio de potencia, cuota terminio de energía y complementos de energía reactiva, discriminación horaria, estacionalidad e interrumpibilidad.

- Alquiler de los equipos de medida

Lo que hay que pagar al mes por los equipos de medida instalados.

- IVA según tipo vigente

Los precios correspondientes de terminio de potencia y de energía dependen de la tarifa escogida.

- **Tarifa 3.0 A:**

Terminio potencia:

$P_1 \Rightarrow 15,754249 \text{ €/KW año}$

$P_2 \Rightarrow 9,452549 \text{ €/KW año}$

$P_3 \Rightarrow 6,3017 \text{ €/KW año}$

Terminio de energía:



P1 => 0,068219 €/Kwh

P2 => 0,045724 €/Kwh

P3 => 0,016983 €/Kwh

- **Tarifa 3.1 A:**

Termino potencia:

P1 => 25,588674 €/KW año

P2 => 15,779848 €/KW año

P3 => 3,618499 €/KW año

Termino de energía:

P1 => 0,043392 €/Kwh

P2 => 0,038608 €/Kwh

P3 => 0,023627 €/Kwh

Periodos de facturación:

Invierno:

P1 (punta): de 18:00 a 22:00 horas

P2 (llano): de 8:00 a 18:00 y de 22:00 a 0:00 horas

P3(valle): de 0:00 a 8:00 horas

Verano:

P1 (punta): de 11:00 a 15:00 horas

P2 (llano): de 8:00 a 11:00 y de 15:00 a 0:00 horas

P3(valle): de 0:00 a 8:00 horas

1.9.3 CONCLUSIÓN

En el apartado cálculos queda demostrado como obtenemos el periodo de amortización. Este nos da que serán 52,76 años según el consumo previsto de acuerdo al horario de trabajo estipulado en la empresa.

Este periodo de amortización es extremadamente largo por lo que se decide no instalar el centro de transformación.



1.10 BIBLIOGRAFIA

1.10.1 REGLAMENTO, NORMATIVAS Y LIBROS

Para la realización del presente proyecto, la bibliografía consultada ha sido:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002).
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía (Real Decreto 3.275/82, de 12 de noviembre de 1982).
- Reglamento sobre acometidas eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre las condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación e instrucciones técnicas complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Manual del alumbrado Westinghouse. Ed. CIE Inversiones editoriales. 4^a Edición.
- Instalación de NTE-IE electricidad. Normas tecnológicas de la edificación. Ed. paraninfo 1996. Jose Carlos Toledano.
- Puesta a tierra en edificios en instalaciones eléctricas. Ed. Paraninfo 1997. Juan José Martínez Requera y José Carlos Toledano Gasca.
- Lámparas eléctricas, sistemas de iluminación, proyectos de alumbrado. Ed. CEAC 1987. José Remírez Vázquez.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía eléctrica.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de “IBERDROLA distribución eléctrica S.A.U.”
- Canalizaciones, materiales de alta y baja tensión y centrales. Paul Hering.



- Protecciones en las instalaciones eléctricas. Paulino Montané.
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría. UNESA. Febrero 1989.

1.10.2 CATÁLOGOS CONSULTADOS

Se han consultado los siguientes catálogos:

- Toda serie de catálogos de shneider electric.
- Luminarias y lámparas Philips.
- Lámparas de emergencia Normalux.
- Catálogo de Legrand
- Catálogo de General cable.
- Catálogo de Pensa.
- Equipos de seguridad NAISA: Cascos, gafas, guantes, etc.
- Catálogo Ormazabal

1.10.3 PROGRAMAS INFORMATICOS UTILIZADOS

- Autocad
- Dialux (cálculos iluminación)
- amiKIT 3.0 (cálculos de centros de transformación)



1.11 RESUMEN PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN SIN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

ORDEN	DESCRIPCIÓN	TOTAL (Euros)
CAPÍTULO 1	ACOMETIDA	1410,51
CAPÍTULO 2	PROTECCIONES	7503,98
CAPÍTULO 3	CONDUCTORES, TUBOS PROTECTORES Y CANALIZACIONES	4296,83
CAPÍTULO 4	ALUMBRADO	5686,85
CAPÍTULO 5	PUESTA A TIERRA	821,4
CAPÍTULO 6	TOMAS Y ELEMENTOS VARIOS	730,36
CAPÍTULO 7	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	0
CAPÍTULO 8	SEGURIDAD Y SALUD	295,27
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	20745,2
	GASTOS GENERALES (5%)	1037,26
	BENEFICIO INDUSTRIAL (10%)	2074,52
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJ. POR CONTRATA SIN IVA	23856,98
	IVA (18%)	4294,25
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJ. POR CONTRATA CON IVA	28151,23

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de: **veintiocho mil ciento cincuenta y un euros con veintitrés céntimos.**

Pamplona, Septiembre de 2012

Roberto Muñoz Explandiu



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

CÁLCULOS

Roberto Muñoz Expandiu

Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, Septiembre de 2012



CÁLCULOS

Índice:

2.1 ILUMINACIÓN.....	2
2.1.1 CÁLCULO ILUMINACIÓN INTERIOR.....	2
2.1.1.1 MÉTODO.....	2
2.1.1.2 RESULTADOS OBTENIDOS.....	2
2.1.2 CÁLCULO DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.....	3
2.2 CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.....	4
2.2.1 INTRODUCCIÓN.....	4
2.2.2 ACOMETIDA. TRANSFORMADOR – C.G.D.	5
2.2.3 TABLA RESUMEN DE LAS CAIDAS DE TENSIÓN DEL RESTO DE CONDUCTORES.....	6
2.3 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.....	8
2.3.1 INTRODUCCION.....	8
2.3.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.....	8
2.3.3 CALCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR.....	8
2.3.4 RESUMEN DE FORMULAS PARA EL CALCULO.....	9
2.3.5 TABLA RESUMEN DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO EN LOS DIFERENTES CUADROS.....	10
2.4 INSTALACION DE PUESTA A TIERRA.....	12
2.4.1 RESISTENCIA DEL ELECTRODO.....	12
2.4.2 CARACTERÍSTICAS DEL ELECTRODO.....	12
2.5 COMPENSACIÓN ENERGIA REACTIVA.....	13
2.6 CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	14
2.6.1 INTRODUCCIÓN.....	14
2.6.2 CALCULOS REALIZADOS CON EL PROGRAMA INFORMATICO amiKIT.....	14
2.7 ESTUDIO VIABILIDAD.....	27
2.7.1 INTRODUCCIÓN.....	27
2.7.2 FACTURA CON TARIFA DE BAJA TENSIÓN 3.0 A.....	27
2.7.3 FACTURA CON TARIFA DE ALTA TENSIÓN 3.1 A.....	29
2.7.4 PERIODO DE AMORTIZACIÓN.....	30
2.8 ANEXOS.....	32



2.1 ILUMINACIÓN

2.1.1 CÁLCULO ILUMINACIÓN INTERIOR

2.1.1.1 MÉTODO

La instalación de iluminación interior se ha realizado utilizando el programa Dialux.

Introduciendo en el programa las dimensiones de cada dependencia, el nivel de iluminancia (en luxes) y el tipo de luminarias y lámparas adecuada para cada una, éste nos dará el número de luminarias y lámparas que se deben poner, así como su distribución y su consumo.

2.1.1.2 RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos mediante el programa Dialux se encuentran en el apartado de Anexos.

Tabla resumen de los resultados obtenidos:

LOCAL	LUMINARIA	UNIDADES
AMINISTRACION	PHILIPS TBS 160 4xTL-D 18W HFP C3	3
SALA REUNIONES	PHILIPS TBS 160 4xTL-D 18W HFP C3	3
RECEPCION	PHILIPS TBS 160 4xTL-D 18W HFP C3	3
ZONA MONTAJE CUADROS	PHILIPS TMS028 2xTL-D 58W HFP	11
OFICINA	PHILIPS TBS 160 4xTL-D 18W HFP C3	4
DESPACHO	PHILIPS TBS 160 4xTL-D 18W HFP C3	4
ZONA BANCO PRUEBAS Y ALM. PLACAS	PHILIPS TMS028 2xTL-D 58W HFP	8
ZONA RECEPCION MATERIAL	PHILIPS HPK080 1xSON400W R GC	2
ALMACÉN PRODUCTO ACABADO	PHILIPS TMS028 2xTL-D 58W HFP	3
BAÑO ABAJO	PHILIPS FBS261 1xPL-C/2 18W C	1
BAÑO ARRIBA	PHILIPS FBS261 1xPL-C/2 18W C	1



2.1.2 CÁLCULO DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

El cálculo del alumbrado de emergencia se realiza para obtener una iluminación media de 5 lux/m² en toda la nave, de manera que en caso de que el alumbrado general falle se mantenga un nivel de iluminación que permita evacuar la nave por las rutas marcadas.

La colocación del alumbrado de emergencia y señalización se situarán a una altura de 2.30m respecto del suelo, justo encima de los marcos de las puertas, excepto en la planta de producción, que se colocarán a una altura de 3m respecto del suelo.

Las luminarias de emergencia elegidas son de la marca NORMALÚX subfamilia DUNNA.

A continuación se procede a exponer los cálculos realizados mediante la siguiente tabla.

LOCAL	SUPERFICIE	FLUJO NECESARIO	FLUJO APARATO	LUMINARIA EMERGENCIA	UNIDADES
AMINISTRACION	12 m ²	60	70 lm	NORMALUX DUNNA D-60	1
SALA REUNIONES	12 m ²	60	70 lm	NORMALUX DUNNA D-60	1
RECEPCION	15,55 m ²	77,75	140 lm	NORMALUX DUNNA D-150	1
ZONA MONTAJE CUADROS	57,44 m ²	287,2	300 lm	NORMALUX DUNNA D-300	1
OFICINA	14,72 m ²	73,6	140 lm	NORMALUX DUNNA D-150	1
DESPACHO	14,22 m ²	71,1	140 lm	NORMALUX DUNNA D-150	1
ZONA BANCO PRUEBAS Y ALM. PLACAS	88,09 m ²	440,45	300 lm	NORMALUX DUNNA D-300	2
ZONA RECEPCION MATERIAL	55,81 m ²	279,05	300 lm	NORMALUX DUNNA D-300	1
ALMACÉN PRODUCTO ACABADO	61,32 m ²	306,6	300 lm	NORMALUX DUNNA D-300	2
BAÑO ABAJO	4 m ²	20	40 lm	NORMALUX DUNNA D-30	1
BAÑO ARRIBA	2,87 m ²	14,35	40 lm	NORMALUX DUNNA D-30	1
HUECO BAJO ESCALERA	8 m ²	40	70 lm	NORMALUX DUNNA D-60	1



2.2 CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN

2.2.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se va a calcular las intensidades que circulan por cada uno de los circuitos que componen la instalación.

Para realizar los cálculos se partirá de la potencia consumida por cada uno de los receptores y se usarán las siguientes fórmulas, dependiendo del tipo de red que se tenga:

Monofásica:

$$I_n = \frac{P}{V \cos \varphi}$$

Trifásica:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos \varphi}$$

Y siendo:

I_n = intensidad nominal (A).

P = potencia consumida en cada receptor (W).

V = tensión nominal (V).

$\cos \varphi$ = factor de potencia de cada receptor.

Además se tendrá en cuenta el factor de corrección (F_{COR}) que ha de aplicarse en cada caso, dependiendo del tipo de receptor que se tenga (un solo motor, varios motores, lámparas). Al multiplicar este factor de corrección por la intensidad nominal se obtendrá I_{COR} . Para los motores aplicaremos 1,25 y para las tomas de corriente de varios usos aplicaremos 0,4.

Ahora elegiremos la sección de los conductores con la ayuda de la tabla 2 de la ITC-BT-19. En esta tabla aparecen las intensidades máximas admisibles para conductores de cobre dependiendo del tipo de instalación, número de conductores y naturaleza del aislamiento.

Además se calcula la caída de tensión, con el fin de elegir un conductor que cumpla con la normativa (la caída de tensión debe ser menor del 3% para el alumbrado y del 5% para otros usos, en caso de tener CT la caída de tensión debe ser menor a 4,5% y 6,5% respectivamente).



La caída de tensión se calculará del siguiente modo, dependiendo del tipo de red que tengamos:

Monofásica:

$$e = \frac{2LIn \cos \varphi}{S\gamma}$$

Trifásica:

$$e = \frac{\sqrt{3}LIn \cos \varphi}{S\gamma}$$

donde:

e = caída de tensión en voltios.

L = longitud de la línea en metros.

In = intensidad nominal de la línea en amperios.

Cos φ = factor de potencia.

γ = conductividad del material del conductor (56 para el cobre).

S = sección del cable en mm².

2.2.2 ACOMETIDA. TRANSFORMADOR–C.G.D.

A continuación se detalla como se realiza el calculo de la caída de tensión en el tramo de la acometida en caso.

Esta línea une el centro de transformación con el cuadro general de distribución. Transporta toda la corriente de la instalación y está diseñada para ampliar en un 30% la carga de la misma, o para poder aprovechar el transformador al 100%.

La intensidad maxima que puede dar el transformador será:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * V} = \frac{160 \text{ KVA}}{\sqrt{3} * 400} = 230,94 \text{ A}$$

Esta línea se dimensionará para una corriente de 230,94 amperios. La longitud desde el centro de transformación hasta el cuadro general es de 10 metros.

La línea irá enterrada a una profundidad de 0,70 metros. Se llevaran tres fases y neutro, constituida cada una de las fases por conductores unipolares de 70 mm² y el neutro por un conductor unipolar de 35 mm².



Los cálculos se realizan según la ITC-BT 07 tabla 5 que dan la sección.

$L = 10$ m (longitud de la acometida)

$I_n = 140,23$ A

$S = 70$ mm²

$\gamma = 56$ (Cobre)

$$e = \frac{\sqrt{3} L I_n \cos \varphi}{S \gamma} = 0,62 \text{ V}$$

$$E (\%) = \frac{e \times 100}{400} = 0,15$$

2.2.3 TABLA RESUMEN DE LAS CAIDAS DE TENSIÓN DEL RESTO DE CONDUCTORES



CIRCUITO	POTENCIA (W)	LONG. (mts.)	TENSIÓN (V)	COS ϕ	INOM. (A)	F _{cor}	I _{Cor} (A)	S (mm ²)	I _{ADM.} (A)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV ACUM. (V)	ΔV ACUM. (%)
----------	--------------	--------------	-------------	------------	-----------	------------------	----------------------	----------------------	-----------------------	----------------	----------------	----------------------	----------------------

CUADRO GENERAL

Alumbrado Recepción, Administración y Sala Reuniones	648	35	230	1	2,82	1	2,82	1,5	24	2,35	1,0217391304	2,35	1,02
Alumbrado Recepción Material y Almacén Producto Acabado	1148	57	230	1	4,99	1	4,99	1,5	24	6,7721428571	2,944099379	4,06	1,77
T.C. Ordenadores Administración	2200	14	230	1	9,36	1	9,36	2,5	33	1,912	0,8313043478	1,91	0,83
Aire Acondicionado Administración y Sala Reuniones	3000	12	230	1	13,04	1	13,04	2,5	33	2,2354285714	0,9719254658	2,23	0,97
T.C. Varios usos Recepción y Recepción Material	4400	18	230	1	19,13	0,4	7,652	2,5	33	1,9676571429	0,8555031056	1,97	0,85
T.C. Varios usos Administración y Sala Reuniones	4400	21	230	1	19,13	0,4	7,652	2,5	33	2,2956	0,9980865565	2,29	0,99
Alumbrado de Emergencia	12,8	49	230	1	0,055	1	0,055	1,5	24	0,0641666667	0,0278985507	0,06	0,03
A Cuadro Protección Montaje	39815,6	22	400	1	57,46	1	57,46	25	110	1,5638970286	0,3909742571	1,56	0,39
A Cuadro Protección Sobrepiso	41532,2	28	400	1	59,95	1	59,95	25	110	2,076668	0,519167	2,08	0,52

CUADRO PROTECCIÓN MONTAJE

Caída de tensión acumulada: 1,56V

Alumbrado Montaje Cuadros, Aseo y Escalera	1410	30	230	1	6,13	1	6,13	1,5	24	4,3785714286	1,9037267081	5,9385714286	2,5819875776
T.C. Montaje Cuadros 1	5000	20	230	1	21,74	1	21,74	4	45	3,8821428571	1,6878881988	5,4421428571	2,3661490683
T.C. Montaje Cuadros 2	5000	22	230	1	21,74	1	21,74	4	45	4,2703571429	1,8566770186	5,8303571429	2,5349378882
Ascensores Puébas	22000	6	400	0,85	37,36	1,25	46,7	10	65	0,7327980536	0,1831995134	2,297980536	0,5731995134
T.C. Servidor	2000	4	230	1	8,69	1	8,69	2,5	33	0,4965714286	0,2159006211	2,0565714286	0,8941614907
T.C. Varios usos Aseo y Montaje Cuadros	4400	17	230	1	19,13	0,4	7,652	2,5	33	1,838428571	0,8079751553	3,4183428571	1,4862360248
Alumbrado de Emergencia	5,6	9	230	1	0,024	1	0,024	1,5	24	0,0051428571	0,0022360248	1,5651428571	0,6804968944

CUADRO PROTECCIÓN SOBREPISO

Caída de tensión acumulada: 2,08V

Alumbrado Banco de Puébas	928	40	230	1	4,03	1	4,03	1,5	24	3,8380952381	1,66873706	5,9180952381	2,5730848861
Alumbrado Despacho, Oficina y Aseo	594	73	230	1	2,58	1	2,58	1,5	24	4,4842857143	1,949689441	6,5642857143	2,8540372671
T.C. Banco de Puébas	20000	21	400	0,85	33,96	1,25	42,45	10	65	2,343558375	0,5858895938	4,423558375	1,1058895938
T.C. Varios usos Banco de Puébas	4400	53	230	1	19,13	0,4	7,652	2,5	33	5,7936571429	2,5189813665	7,8736571429	3,423291925
T.C. Ordenadores Oficina y Despacho	4400	69	230	1	19,13	1	19,13	6	57	7,8569642857	3,4160714286	9,9369642857	4,3204192547
T.C. Varios usos Oficina, Despacho y Aseo	6600	89	230	1	28,69	0,4	11,476	4	45	9,1193214286	3,9649223602	11,1993214286	4,8692701863
Aire Acondicionado Oficina y Despacho	3000	39	230	1	13,04	1	13,04	4	45	4,5407142857	1,9742236025	6,6207142857	2,8785714286
Termo Eléctrico	1600	28	230	1	6,95	1	6,95	2,5	33	2,78	1,2086956522	4,86	2,1130434783
Alumbrado de Emergencia	10,2	47	230	1	0,044	1	0,044	1,5	24	0,0492380952	0,0214078675	2,1292380952	0,9257556936



2.3 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

2.3.1 INTRODUCCION

El calculo de las corrientes de cortocircuito tiene como objeto el determinar el poder de corte de la aparamenta de protección en los puntos considerados. Estos puntos serán las entradas a los cuadros de distribución y en los diferentes aparatos de protección de los que consta la instalación.

El poder de corte deberá ser igual o superior a la corriente de cortocircuito (I_{cc}).

2.3.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

En el proceso de calculo de las intensidades de cortocircuito se seguirá el método de las impedancias descrito en la memoria.

2.3.3 CALCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR

Primeramente se calculará la impedancia aguas arriba de transformador.

La potencia de cortocircuito proporcionada por la red según la compañía suministradora (en este caso IBERDROLA), es $P_{cc} = 365,8\text{MVA}$. (equivale a 16 kA)

Si despreciamos la resistencia R frente a la reactancia X , se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevada al secundario del transformador.

$$Z = X = \frac{U_s^2}{P_{cc}} = 0,437 \text{ m}\Omega$$

Donde:

U_s = tensión en vacío del secundario en voltios.

P_{cc} = potencia de cortocircuito en KVA.

Z, X = impedancia o reactancia aguas arriba en $\text{m}\Omega$.

En segundo lugar se calcula la impedancia del transformador, para ello se considera despreciable la aparamenta de alta tensión. Además se desprecia la resistencia del transformador frente a la impedancia.

$$Z = X = U_s^2 \frac{U_{cc}}{S_{100}} = 40 \text{ m}\Omega.$$



Donde:

U_s = tensión en vacío entre fases en voltios.

U_{cc} = tensión de cortocircuito en % (4%)

S = potencia aparente en KVA (160KVA)

Z, X = impedancia o reactancia al secundario en $m\Omega$.

Así pues ya se puede calcular la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador:

$$Z_T = X_T = 0.437 + 40 = 40,437 \text{ m}\Omega.$$

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3}Z_T} = 5,71 \text{ KA}$$

Donde:

I_{cc} = corriente de cortocircuito eficaz en KA

U_s = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador

Z_T = impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en $m\Omega$.

2.3.4 RESUMEN DE FORMULAS PARA EL CALCULO

- **Calculo impedancias:**

$$Z_d = Z_a + Z_t + Z_l + Z_{aut}$$

$$Z_d' = Z_a + Z_t + Z_{l_{250}} + Z_{aut}$$

$$Z_o = Z_{ao} + Z_{to} + Z_{lo} + Z_{auto}$$

- Z_a : Impedancia línea MT que llega al transformadores

$$Z_a = X = U_s^2 / S_{cc} (j)$$

{ U_s : Tensión vacío secundario trafo (V); S_{cc} : Potencia corto (VA)}

- Z_t : Impedancia trafo

$$Z_t = X = (U_s^2 \times U_{cc}) / S (j)$$

{ U_s : Tensión vacío secundario trafo (V); U_{cc} : Tensión corto (%); S : Potencia trafo (VA)}

- Z_l : Impedancia conductor (20°)

$$Z_l = (\rho \times L) / S$$

{ ρ : resistividad del material (20°C, cobre= 0,01724); L : Longitud (mts); S : Sección (mm^2)}

- Z_{aut} : Impedancia automatismo aguas arriba

$$Z_{aut} = N \times 0,15 \text{ m}\Omega$$



{N: nº de automatismos}

○ $Z_{l(250)}$: Impedancia conductores a 250°C
 $Z_{l(250)} = Z_{l(20)} \times (1 + \alpha \times \Delta T)$
 { α : 4×10^{-3} }

○ Z_o : Impedancia homopolar
 $Z_o = Z_{ao} + Z_{to} + Z_{lo} + Z_{auto}$
 { $Z_{ao} = 0$; $Z_{to} = Z_t$; $Z_{lo} = 3Z_{l(250)}$; $Z_{auto} = 3Z_{aut}$ }

- **Corriente de corto máxima:**

$I_{ccmax} = (C \times U_s) / (\sqrt{3} \times Z_d)$
 {C: Factor de tensión (1 para 230/400 V); U_s : Tensión vacío secundario transformador;
 Z_d : Impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto}

- **Corriente de corto mínima:**

$I_{ccmin} = (C \times U_s \times \sqrt{3}) / 2 \times (Z_d' + Z_o)$
 {C: Factor de tensión (0,95 para 230/400 V); U_s : Tensión vacío secundario transformador;
 Z_d' : Impedancia directa (corto 250°C); Z_o : Impedancia homopolar}

2.3.5 TABLA RESUMEN DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO EN LOS DIFERENTES CUADROS



Cuadro Protección Montaje										
	Longitud	Sección	Za (j)	Zt (j)	Zi (20°C)	Zaut (j)	Rtot	Xtot (j)	Zd	Iccmax
Al. Montaje cuadros, Aseo y Escalera	30	1,5	0,0004822	0,0441	0,3448	0,0009	0,3634192	0,0454822	0,3662542088	662,07324653
TC Puesto montaje 1	20	4	0,0004822	0,0441	0,0862	0,0009	0,1048192	0,0454822	0,1142615211	2122,2114909
TC Puesto montaje 2	22	4	0,0004822	0,0441	0,09482	0,0009	0,1134392	0,0454822	0,1222173581	1984,0644315
Ascensores pruebas	6	10	0,0004822	0,0441	0,010344	0,0009	0,0289632	0,0454822	0,0539212154	4497,0631916
TC Senidor	4	2,5	0,0004822	0,0441	0,027584	0,0009	0,0462032	0,0454822	0,0648333726	3740,1588597
TC Varios usos Aseo y Montaje cuadros	17	2,5	0,0004822	0,0441	0,117232	0,0009	0,1358512	0,0454822	0,1432626227	1692,6056695
Al. emergencia	9	1,5	0,0004822	0,0441	0,10344	0,0009	0,1220592	0,0454822	0,13025774	1861,5946593

Cuadro Protección Sobreprotección										
	Longitud	Sección	Za (j)	Zt (j)	Zi (20°C)	Zaut (j)	Rtot	Xtot (j)	Zd	Iccmax
Al. Banco de pruebas	40	1,5	0,0004822	0,0441	0,4597333333	0,0009	0,4824901333	0,0454822	0,4846290945	500,35607806
Al. Despacho, Oficina y Aseo	73	1,5	0,0004822	0,0441	0,8390133333	0,0009	0,8617701333	0,0454822	0,8629695204	280,99151513
TC Banco de pruebas	21	10	0,0004822	0,0441	0,036204	0,0009	0,0589608	0,0454822	0,0744648001	3256,3991677
TC Varios usos Banco de pruebas	53	2,5	0,0004822	0,0441	0,365488	0,0009	0,3882448	0,0454822	0,3908998021	620,33061103
TC PC's Oficina y Despacho	69	6	0,0004822	0,0441	0,19826	0,0009	0,2210168	0,0454822	0,2256480809	1074,6251957
TC Varios usos Oficina, Despacho y Aseo	89	4	0,0004822	0,0441	0,38359	0,0009	0,4063468	0,0454822	0,4089842775	593,04582348
Aire Acond. Oficina y Despacho	39	4	0,0004822	0,0441	0,16809	0,0009	0,1908468	0,0454822	0,1961915686	1235,9711215
Termo Eléctrico	28	2,5	0,0004822	0,0441	0,193088	0,0009	0,2158448	0,0454822	0,2205846962	1099,2925494
Al. emergencia	47	1,5	0,0004822	0,0441	0,5401866667	0,0009	0,5629434667	0,0454822	0,564778122	329,34957396

Cuadro General										
	Longitud	Sección	Za (j)	Zt (j)	Zi (20°C)	Zaut (j)	Rtot	Xtot (j)	Zd	Iccmax
Al. Recepción, Administración y Sala reuniones	35	1,5	0,0004822	0,0441	0,4022666667	0,0006	0,4057146667	0,0451822	0,4082227602	594,00684308
Al. Recep. Material y Alm. Producto acabado	57	1,5	0,0004822	0,0441	0,65512	0,0006	0,658568	0,0451822	0,6601160821	367,34010827
TC PC's Administración	14	2,5	0,0004822	0,0441	0,096544	0,0006	0,099992	0,0451822	0,1097261649	2209,9297219
Aire Acond. Administración y Sala reuniones	12	2,5	0,0004822	0,0441	0,082752	0,0006	0,0862	0,0451822	0,0973235388	2491,5566794
TC Varios usos Recepción y Recep. material	18	2,5	0,0004822	0,0441	0,124128	0,0006	0,127576	0,0451822	0,1353405592	1791,6810337
TC Varios usos Administración y Sala reuniones	21	2,5	0,0004822	0,0441	0,144816	0,0006	0,148264	0,0451822	0,1549956286	1564,4771095
Al. emergencia	49	1,5	0,0004822	0,0441	0,5631733333	0,0006	0,5666213333	0,0451822	0,5684198858	426,5985746
Cuadro montaje	22	25	0,0004822	0,0441	0,0151712	0,00045	0,0186192	0,0450322	0,048795972	14976,1772492
Cuadro sobreprotección	28	25	0,0004822	0,0441	0,0193088	0,00045	0,0227568	0,0450322	0,0504565638	4805,9472204

Linea desde CT a Cuadro General										
	Longitud	Sección	Za (j)	Zt (j)	Zi (20°C)	Zaut (j)	Rtot	Xtot (j)	Zd	Iccmax
	10	70	0,0004822	0,0441	0,0024628571	0,0003448	0,003448	0,0445822	0,0447153359	5422,907117



2.4 INSTALACION DE PUESTA A TIERRA

2.4.1 RESISTENCIA DEL ELECTRODO

Según se explica en la memoria, la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a 24 voltios en lugares húmedos o de 50 voltios en lugares secos.

De los dos valores se cogerá el de 50 Voltios, ya que se trata de una nave con ambiente seco y será por esto por lo que se toman las siguientes medidas para dicho fin:

Datos de partida:

- Resistividad del terreno:
Según la tabla de la ITC BT 18, tabla 3, margas y arcillas compactas de 200 Ωm .
- Tensión máxima de contacto 50 V.
- Corriente de disparo del interruptor diferencial 300 mA.
- El valor máximo de la resistencia de tierra deberá ser:

$$R \leq \frac{V_c}{I_s} = 166.67 \Omega$$

2.4.2 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA

Primero hallamos la resistencia de las picas:

Según la tabla 5 de la instrucción ITC BT 18 tenemos que

$$R_{\text{pica}} = \rho / L = 150/2 = 75 \Omega$$

L = longitud de la pica = 2 m

D = diámetro de la pica = 14 mm

ρ = Resistividad del terreno

Se sabe que la resistencia equivalente a un grupo de picas es inversamente proporcional al número de estas, aunque esto en la práctica no sea rigurosamente cierto, se considerará así.

$$R_{\text{equivalente}} = R_{\text{pica}} / N$$

N = número de picas



En nuestro caso se colocarán 4 picas situadas conforme a la ITC BT 18 situadas en los vértices del perímetro formado por el conductor enterrado en los cimientos del edificio, como se puede observar en los planos adjuntos al proyecto.

$$R_{\text{equivalente}} = R_{\text{pica}} / N = 75 / 4 = 18,75 \, \Omega$$

Resistencia de tierra del conductor de Cu enterrado:

El conductor irá enterrado a una profundidad mínima de 50cm (ITC BT 18). Por la tabla 5 se tiene que:

$$R_{\text{conductor}} = 2 \times \rho / L = 4,35 \, \Omega$$

L = longitud del conductor en metros = 69 m

Resistencia a tierra total de la instalación:

$$R_{\text{total}} = (R_{\text{equivalente}} \times R_{\text{conductor}}) / (R_{\text{equivalente}} + R_{\text{conductor}}) = 3,53 \, \Omega$$

Comprobamos, sabiendo que la intensidad de defecto máxima sería 300 mA, si la tensión es menor que la máxima permitida:

$$V = I \times R_{\text{total}} = 0,3 \times 3,53 = 1,06 \, \text{v} < 50 \, \text{v}$$

Por tanto, tomamos la instalación por buena.

2.5 COMPENSACIÓN ENERGIA REACTIVA

En la instalación tenemos una potencia total de: $P = 97156,6 \, \text{W}$

Sacamos la energiza reactiva que hay en la instalación:

- Q (ascensores pruebas) = $V \times I \sin \varphi = 13646,51 \, \text{Var}$
- Q (banco pruebas) = $V \times I \sin \varphi = 12405,92 \, \text{Var}$

El total de energia reactiva es 26052,43 Var

La potencia aparente de la instalación es:

$$S = \sqrt{(P^2 + Q^2)} = 100588,93 \, \text{VA}$$

$\cos \varphi = P / S = 0,96 > 0,90$ por lo tanto **NO** compensaremos la energía reactiva



2.6 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.6.1 INTRODUCCIÓN

Todos los cálculos relacionados con el centro de transformación los he realizado con el programa informático amiKIT 3.0 proporcionado por el fabricante Ormazabal.

2.6.2 CALCULOS REALIZADOS CON EL PROGRAMA INFORMATICO amiKIT

Intensidad de Media Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$(2.1.a) \quad I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
Up	tensión primaria [kV]
Ip	intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 13,2 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 160 kVA.

$$I_p = 7 \text{ A}$$

Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 160 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$(2.2.a) \quad I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
---	----------------------------------



Us tensión en el secundario [kV]
Is intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$I_s = 219,9 \text{ A.}$$

Cortocircuitos

Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$(2.3.2.a) \quad I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

donde:

S_{cc} potencia de cortocircuito de la red [MVA]
U_p tensión de servicio [kV]
I_{ccp} corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$(2.3.2.b) \quad I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s}$$

donde:

P potencia de transformador [kVA]



Ecc	tensión de cortocircuito del transformador [%]
Us	tensión en el secundario [V]
Iccs	corriente de cortocircuito [kA]

Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 365,8 MVA y la tensión de servicio 13,2 kV, la intensidad de cortocircuito es :

$$I_{ccp} = 16 \text{ kA}$$

Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 160 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$I_{ccs} = 5,5 \text{ kA}$$

Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

Comprobación por sollicitación electrodinámica



La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc}(din) = 40 \text{ kA}$$

Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc}(ter) = 16 \text{ kA.}$$

Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador

La celda de protección de este transformador incorpora el relé ekorRPT, que permite que la celda, además de protección contra cortocircuitos, proteja contra sobreintensidades o sobrecargas y contra fugas a tierra. Se consigue así que la celda de protección con fusibles realice prácticamente las mismas funciones que un interruptor automático, pero con velocidad muy superior de los fusibles en el caso de cortocircuitos. De esta forma se limitan los efectos térmicos y dinámicos de las corrientes de cortocircuitos y se protege de una manera más efectiva la instalación.

La celda de protección de este transformador incorpora el relé ekorRPT, que permite que la celda, además de protección contra cortocircuitos, proteja contra sobreintensidades o sobrecargas y contra fugas a tierra. Se consigue así que la celda de protección con fusibles realice prácticamente las mismas funciones que un interruptor automático, pero con velocidad muy superior de los fusibles en el caso de cortocircuitos. De esta forma se limitan los efectos térmicos y dinámicos de las corrientes de cortocircuitos y se protege de una manera más efectiva la instalación.

Dimensionado de los puentes de MT



Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 7 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm² de Al según el fabricante.

Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA

960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

Dimensionado del pozo apagafuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.



Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

Tensión de servicio:

$U_r = 13,2 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:



Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 1000 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

$$V_{bt} = 6000 \text{ V}$$

Características del terreno:

$$\text{Resistencia de tierra } R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$$

$$\text{Resistencia del hormigón } R'o = 3000 \text{ Ohm}$$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$(2.9.4.a) \quad I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

donde:

I_d	intensidad de falta a tierra [A]
R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
V_{bt}	tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$(2.9.4.b) \quad I_d = I_{dm}$$

donde:

I_{dm}	limitación de la intensidad de falta a tierra [A]
I_d	intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 1000 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 6 \text{ Ohm}$$



Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$(2.9.4.c) \quad K_r \leq \frac{R_t}{R_o}$$

donde:

R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
K_r	coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,04$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada:	50-50/8/88
Geometría del sistema:	Anillo rectangular
Distancia de la red:	5.0x5.0 m
Profundidad del electrodo horizontal:	0,8 m
Número de picas:	ocho
Longitud de las picas:	8 metros

Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia $K_r = 0,04$

De la tensión de paso $K_p = 0,0055$

De la tensión de contacto $K_c = 0,012$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.



Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.

En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$(2.9.4.d) \quad R'_t = K_r \cdot R_o$$

donde:

K_r	coeficiente del electrodo
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R'_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

$$R'_t = 6 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

$$I'_d = 1000 \text{ A}$$

Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$(2.9.5.a) \quad V'_d = R'_t \cdot I'_d$$



donde:

$R't$	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
$I'd$	intensidad de defecto [A]
$V'd$	tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$V'd = 6000 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$(2.9.5.b) \quad V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d$$

donde:

K_c	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
$I'd$	intensidad de defecto [A]
V'_c	tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V'_c = 1800 \text{ V}$$

Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$(2.9.6.a) \quad V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d$$

donde:



Kp	coeficiente
Ro	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'd	intensidad de defecto [A]
V'p	tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

$$V'p = 825 \text{ V en el Centro de Transformación}$$

Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

$$t = 0,7 \text{ seg}$$

$$K = 72$$

$$n = 1$$

Tensión de paso en el exterior:

$$(2.9.7.a) \quad V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
Ro	resistividad del terreno en [Ohm·m]
Vp	tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

$$V_p = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$(2.9.7.b) \quad V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right)$$



donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
Ro	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R'o	resistividad del hormigón en [Ohm·m]
Vp(acc)	tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

$$V_p(\text{acc}) = 10748,57 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 825 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_p(\text{acc}) = 1800 \text{ V} < V_p(\text{acc}) = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = 6000 \text{ V} < V_{bt} = 6000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 1000 \text{ A} < I_{dm} = 1000 \text{ A}$$

Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.



La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$(2.9.8.a) \quad D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi}$$

donde:

R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
D	distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$D = 23,87 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

Identificación:	5/22 (según método UNESA)
Geometría:	Picas alineadas
Número de picas:	dos
Longitud entre picas:	2 metros
Profundidad de las picas:	0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

$$K_r = 0,201$$

$$K_c = 0,0392$$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.



Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

2.7 ESTUDIO VIABILIDAD

2.7.1 INTRODUCCIÓN

El objeto de este estudio es realizar una comparativa entre una instalación con una tarifa contratada en Baja tensión y la misma con una tarifa de Alta tensión. En ambas la potencia contratada será de 100 KW.

Para realizar este estudio se supone un consumo de potencia igual independientemente la tarifa que tengamos contratada. Estos datos son los siguientes:

Lectura máxímetro

- Invierno: P1 = 92 KW ; P2 = 92 KW ; P3 = 26 KW
- Verano: P1 = 96 KW ; P2 = 96 KW ; P3 = 26 KW

Lectura contadores

- Invierno: P1 = 1390 KWh ; P2 = 19770 KWh ; P3 = 380 Kwh
- Verano: P1 = 5931 KW ; P2 = 15230 KWh ; P3 = 380 Kwh

2.7.2 FACTURA CON TARIFA DE BAJA TENSIÓN 3.0 A

- Termino de potencia: Tp



	KW	€/KW	€
INVIERNO			
P1 (18-22)	92	1,312854083	120,78257564
P2 (8-18 Y 22-24)	92	0,787712416	72,469542272
P3 (0-8)	26	0,525141666	44,63704161
		TOTAL	237,88915952
VERANO			
P1 (11-15)	96	1,312854083	126,03399197
P2 (8-11 Y 15-24)	96	0,787712416	75,620391936
P3 (0-8)	26	0,525141666	44,63704161
		TOTAL	246,29142551

- Termino de energía: Te

	Kwh	€/Kwh	€
INVIERNO			
P1 (18-22)	1390	0,068219	94,82441
P2 (8-18 Y 22-24)	19770	0,045724	903,96348
P3 (0-8)	380	0,016983	6,45354
		TOTAL	1005,24143
VERANO			
P1 (11-15)	5931	0,068219	404,606889
P2 (8-11 Y 15-24)	15230	0,045724	696,37652
P3 (0-8)	380	0,016983	6,45354
		TOTAL	1107,436949

- Complementos por energía reactiva:

No lo contemplamos

- Impuesto sobre la electricidad:

4,864% de $1,05113 \times (T_p + T_e)$

Invierno: 52,27 €

Verano: 54,15 €

- Alquiler de equipos:

No lo contemplamos



- IVA (18%):

Invierno: 233,17 €

Verano: 235,20 €

- TOTAL MES:

Invierno: 1528,57 €

Verano: 1541,89 €

2.7.3 FACTURA CON TARIFA DE BAJA TENSIÓN 3.1 A

- Termino de potencia: Tp

	KW	€/KW	€
INVIERNO			
P1 (18-22)	92	2,1323895	196,179834
P2 (8-18 Y 22-24)	92	1,314987333	120,97883464
P3 (0-8)	26	0,301541583	25,631034555
		TOTAL	342,78970319
VERANO			
P1 (11-15)	96	2,1323895	204,709392
P2 (8-11 Y 15-24)	96	1,314987333	126,23878397
P3 (0-8)	26	0,301541583	25,631034555
		TOTAL	356,57921052

- Termino de energía: Te

	Kwh	€/Kwh	€
INVIERNO			
P1 (18-22)	1390	0,043392	60,31488
P2 (8-18 Y 22-24)	19770	0,038608	763,28016
P3 (0-8)	380	0,023627	8,97826
		TOTAL	832,5733
VERANO			
P1 (11-15)	5931	0,043392	257,357952
P2 (8-11 Y 15-24)	15230	0,038608	587,99984
P3 (0-8)	380	0,023627	8,97826
		TOTAL	854,336052



- Complementos por energía reactiva:

No lo contemplamos

- Impuesto sobre la electricidad:

4,864% de $1,05113 \times (T_p + T_e)$

Invierno: 49,41 €

Verano: 48,43 €

- Alquiler de equipos:

No lo contemplamos

- IVA (18%):

Invierno: 211,56 €

Verano: 217,96 €

- TOTAL MES:

Invierno: 1436,33 €

Verano: 1477,3 €

2.7.4 PERIODO DE AMORTIZACIÓN

Hacemos una media aritmética entre invierno y verano para cada tarifa:

- Tarifa 3.0A: 1535,23 € al mes de media
- Tarifa 3.1A: 1456,81 € al mes de media

La diferencia entre tarifas sería: 78,42 € al mes de media.

Para poder amortizar la inversión realizada en el centro de transformación, debemos calcular la diferencia que hay entre el presupuesto del proyecto con CT y sin CT y ver en cuanto tiempo recuperaríamos el dinero invertido.

Presupuesto con CT: 77716,05 €

Presupuesto sin CT: 28151,23 €

La diferencia entre ambos presupuestos es de : 49564,82

Para calcular el periodo de amortización, dividiremos la diferencia de presupuestos entre la diferencia entre tarifas:



Periodo amortización = $49564,82 / 78,42 = 632,04$ meses (52,67 años)

Este es el periodo periodo de amortización : 52,76 años

Viendo estos resultados vemos que el periodo de amortización es extremadamente largo, por lo tanto no nos compensaría colocar un centro de transformación, a no ser; que por cuestiones técnicas fuese necesario.

Pamplona, Septiembre de 2012

Roberto Muñoz Explandiu



2.8 ANEXOS

Openlift

Contacto:
N° de encargo:
Empresa:
N° de cliente:

Fecha: 09.01.2012
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

Openlift

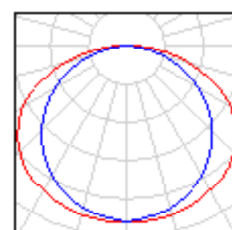
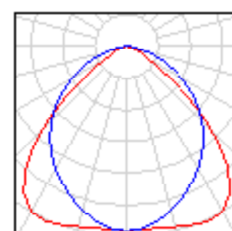
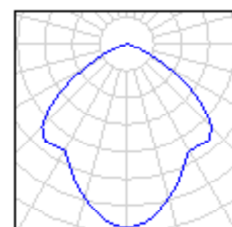
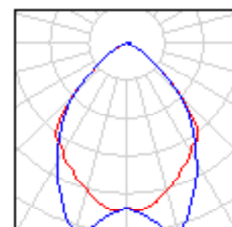
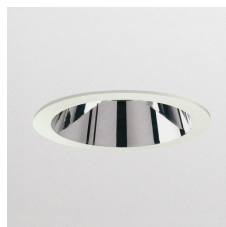
Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
Philips FBS261 1xPL-C/2P18W C	
Hoja de datos de luminarias	4
Philips HPK080 1xSON400W R GC	
Hoja de datos de luminarias	5
Philips TMS028 2xTL-D58W HFP	
Hoja de datos de luminarias	6
Philips TBS160 4xTL-D18W HFP C3	
Hoja de datos de luminarias	7
Administracion	
Resumen	8
Resultados luminotécnicos	9
Sala Reuniones	
Resumen	10
Resultados luminotécnicos	11
Recepcion	
Resumen	12
Resultados luminotécnicos	13
Zona Montaje de Cuadros	
Resumen	14
Resultados luminotécnicos	15
Oficina	
Resumen	16
Resultados luminotécnicos	17
Despacho	
Resumen	18
Resultados luminotécnicos	19
Zona Banco de pruebas y almacen placas	
Resumen	20
Resultados luminotécnicos	21
Zona Recepcion Material	
Resumen	22
Resultados luminotécnicos	23
Almacen producto acabado	
Resumen	24
Resultados luminotécnicos	25
Baño Abajo	
Resumen	26
Resultados luminotécnicos	27
Baño arriba	
Resumen	28
Resultados luminotécnicos	29



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Openlift / Lista de luminarias

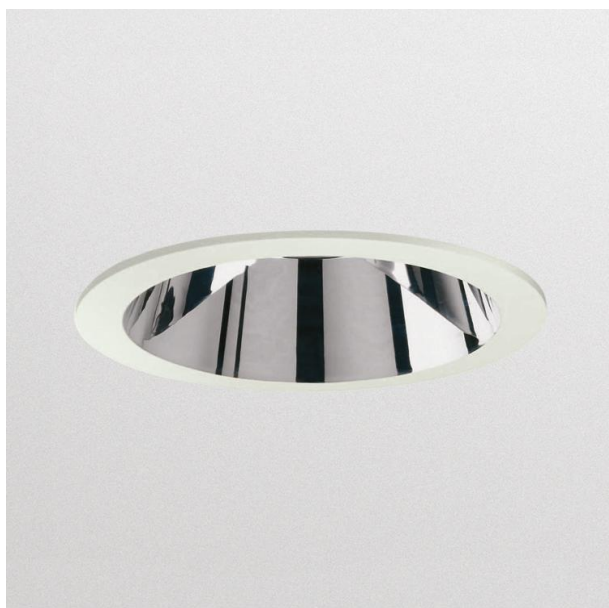
- | | |
|----------|--|
| 2 Pieza | <p>Philips FBS261 1xPL-C/2P18W C</p> <p>N° de artículo:</p> <p>Flujo luminoso de las luminarias: 732 lm</p> <p>Potencia de las luminarias: 25.3 W</p> <p>Clasificación luminarias según CIE: 100</p> <p>Código CIE Flux: 75 100 100 98 62</p> <p>Lámpara: 1 x PL-C/2P18W/840 (Factor de corrección 1.000).</p> |
| 2 Pieza | <p>Philips HPK080 1xSON400W R GC</p> <p>N° de artículo:</p> <p>Flujo luminoso de las luminarias: 34080 lm</p> <p>Potencia de las luminarias: 433.0 W</p> <p>Clasificación luminarias según CIE: 100</p> <p>Código CIE Flux: 56 93 100 100 71</p> <p>Lámpara: 1 x SON400W/- (Factor de corrección 1.000).</p> |
| 17 Pieza | <p>Philips TBS160 4xTL-D18W HFP C3</p> <p>N° de artículo:</p> <p>Flujo luminoso de las luminarias: 3672 lm</p> <p>Potencia de las luminarias: 69.5 W</p> <p>Clasificación luminarias según CIE: 100</p> <p>Código CIE Flux: 59 92 99 100 68</p> <p>Lámpara: 4 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).</p> |
| 22 Pieza | <p>Philips TMS028 2xTL-D58W HFP</p> <p>N° de artículo:</p> <p>Flujo luminoso de las luminarias: 8424 lm</p> <p>Potencia de las luminarias: 110.0 W</p> <p>Clasificación luminarias según CIE: 100</p> <p>Código CIE Flux: 41 72 93 100 81</p> <p>Lámpara: 2 x TL-D58W/840 (Factor de corrección 1.000).</p> |



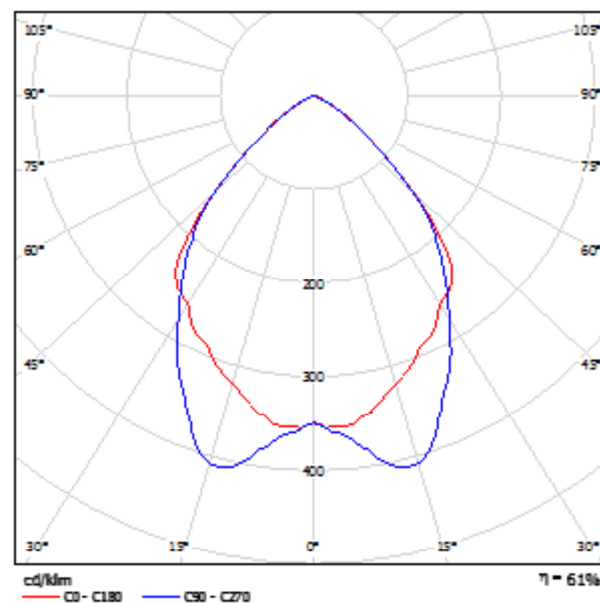
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips FBS261 1xPL-C/2P18W C / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 75 100 100 98 62



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30
o Tache		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
o Paredes		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
o Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado a lo largo del eje de lámpara					
X	Y											
2H	2H	15.7	15.5	15.9	15.5	20.0	15.5	15.4	15.5	15.5	15.5	15.9
	3H	15.5	15.4	15.9	15.7	15.9	15.4	15.2	15.7	15.5	15.7	15.7
	4H	15.5	15.3	15.5	15.6	15.5	15.3	15.1	15.6	15.3	15.6	15.6
	5H	15.4	15.2	15.5	15.4	15.7	15.2	15.5	15.5	15.2	15.5	15.5
	6H	15.4	15.1	15.7	15.4	15.7	15.2	15.9	15.5	15.2	15.5	15.5
	1.2H	15.4	15.0	15.7	15.3	15.7	15.1	15.5	15.5	15.1	15.4	15.4
4H	2H	15.5	15.4	15.9	15.7	15.9	15.4	15.2	15.5	15.5	15.5	15.5
	3H	15.5	15.2	15.9	15.5	15.5	15.3	15.0	15.7	15.3	15.5	15.5
	4H	15.5	15.0	15.5	15.4	15.7	15.3	15.5	15.6	15.2	15.5	15.5
	5H	15.4	15.9	15.5	15.2	15.5	15.2	15.7	15.5	15.0	15.4	15.4
	6H	15.4	15.5	15.5	15.2	15.5	15.1	15.5	15.5	15.0	15.4	15.4
	1.2H	15.3	15.7	15.5	15.1	15.5	15.1	15.5	15.5	15.5	15.9	15.3
6H	2H	15.5	15.4	15.9	15.7	15.9	15.4	15.2	15.5	15.5	15.5	15.5
	3H	15.5	15.2	15.9	15.5	15.5	15.3	15.0	15.7	15.3	15.5	15.5
	4H	15.5	15.0	15.5	15.4	15.7	15.3	15.5	15.6	15.2	15.5	15.5
	5H	15.4	15.9	15.5	15.2	15.5	15.2	15.7	15.5	15.0	15.4	15.4
	6H	15.4	15.5	15.5	15.2	15.5	15.1	15.5	15.5	15.0	15.4	15.4
	1.2H	15.3	15.7	15.5	15.1	15.5	15.1	15.5	15.5	15.5	15.9	15.3
1.2H	2H	15.5	15.7	15.5	15.1	15.5	15.1	15.5	15.5	15.5	15.9	15.3
	3H	15.5	15.5	15.7	15.0	15.4	15.0	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5
	4H	15.5	15.5	15.7	15.0	15.4	15.0	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5
	5H	15.2	15.5	15.7	15.0	15.4	15.0	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5
	6H	15.2	15.4	15.7	15.5	15.4	15.0	15.2	15.5	15.7	15.2	15.2
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+1.2 / -2.5					+1.1 / -2.5					
S = 1.5H		+3.3 / -7.5					+2.5 / -5.3					
S = 2.0H		+5.2 / -13.9					+4.7 / -19.3					
Tabla estándar		5000					5000					
Sumando de corrección		-1.5					-1.7					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1200lm Flujo luminoso total												

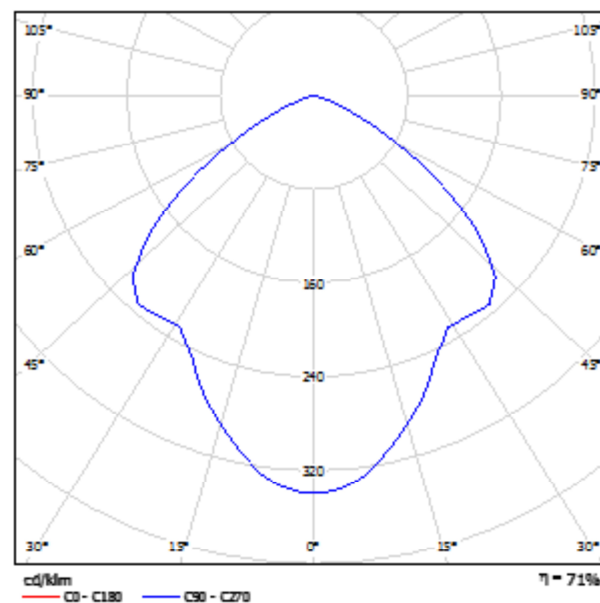
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips HPK080 1xSON400W R GC / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 56 93 100 100 71



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
o Tacha		50	30	30	30	30	50	30	30	30	30	
o Paredes		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
o Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado a lo largo del eje de lámpara					
X	Y											
2H	2H	27.1	28.3	27.4	28.5	28.8	27.1	28.3	27.4	28.5	28.8	
	3H	27.3	28.3	27.6	28.6	28.8	27.3	28.3	27.6	28.6	28.8	
	4H	27.2	28.2	27.5	28.5	28.7	27.2	28.2	27.5	28.5	28.7	
	6H	27.1	28.0	27.5	28.3	28.6	27.1	28.0	27.5	28.3	28.6	
	8H	27.1	28.0	27.5	28.3	28.6	27.1	28.0	27.5	28.3	28.6	
	1.2H	27.1	27.9	27.4	28.2	28.5	27.1	27.9	27.4	28.2	28.5	
4H	2H	27.3	28.3	27.7	28.6	28.9	27.3	28.3	27.7	28.6	28.9	
	3H	27.5	28.3	27.9	28.6	29.0	27.5	28.3	27.9	28.6	29.0	
	4H	27.5	28.2	27.9	28.5	28.9	27.5	28.2	27.9	28.5	28.9	
	6H	27.4	28.0	27.8	28.4	28.8	27.4	28.0	27.8	28.4	28.8	
	8H	27.4	27.9	27.8	28.3	28.7	27.4	27.9	27.8	28.3	28.7	
	1.2H	27.3	27.8	27.8	28.2	28.7	27.3	27.8	27.8	28.2	28.7	
6H	4H	27.4	27.9	27.8	28.3	28.7	27.4	27.9	27.8	28.3	28.7	
	6H	27.3	27.8	27.8	28.2	28.6	27.3	27.8	27.8	28.2	28.6	
	8H	27.3	27.7	27.7	28.1	28.6	27.3	27.7	27.7	28.1	28.6	
	1.2H	27.2	27.6	27.7	28.0	28.5	27.2	27.6	27.7	28.0	28.5	
	4H	27.3	27.8	27.8	28.2	28.7	27.3	27.8	27.8	28.2	28.7	
	6H	27.3	27.7	27.7	28.1	28.6	27.3	27.7	27.7	28.1	28.6	
1.2H	4H	27.2	27.6	27.7	28.0	28.5	27.2	27.6	27.7	28.0	28.5	
	6H	27.2	27.6	27.7	28.0	28.5	27.2	27.6	27.7	28.0	28.5	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0.5 / -0.5					+0.5 / -0.5					
S = 1.5H		+1.5 / -1.5					+1.5 / -1.5					
S = 2.0H		+2.5 / -2.5					+2.5 / -2.5					
Tabla estándar		5001					5001					
Sumando de corrección		5.3					5.3					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4000lm Flujo luminoso total												

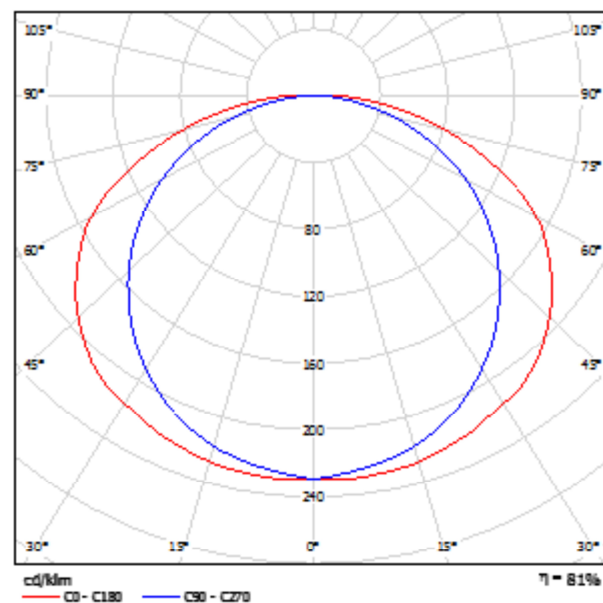
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TMS028 2xTL-D58W HFP / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 41 72 93 100 81



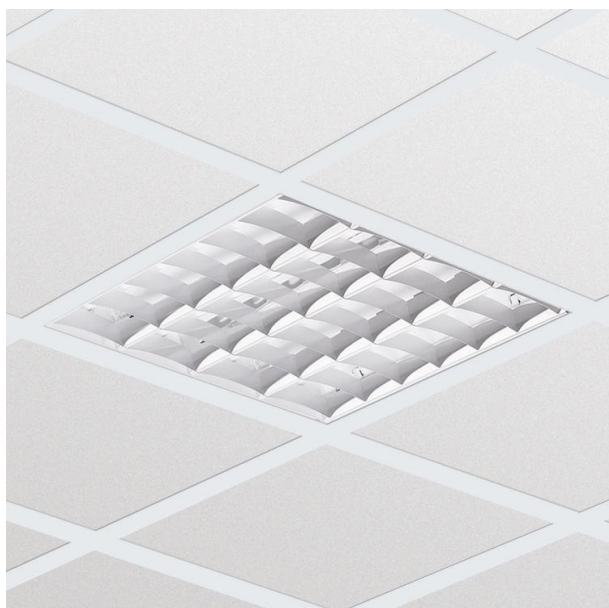
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30
o Tacha		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
o Paredes		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
o Suelo		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Tamaño del local		Mirada en perpendicular al eje de la lámpara					Mirada longitudinal al eje de la lámpara					
X	Y											
2H	2H	21.1	22.6	21.5	22.5	23.1	20.0	21.5	20.3	21.7	21.9	
	3H	23.0	24.3	23.4	24.6	24.9	21.7	23.0	22.1	23.5	23.8	
	4H	23.8	25.0	24.1	25.3	25.6	22.4	23.7	22.8	23.9	24.2	
	5H	24.4	25.5	24.7	25.8	26.1	22.9	24.1	23.3	24.4	24.7	
	6H	24.8	25.7	24.9	26.0	26.3	23.1	24.2	23.5	24.5	24.8	
	1.2H	24.7	25.8	25.1	26.1	26.4	23.2	24.2	23.5	24.6	24.9	
4H	2H	21.9	23.1	22.2	23.4	23.7	21.0	22.3	21.4	22.6	22.9	
	3H	23.9	25.0	24.3	25.3	25.7	23.0	24.0	23.3	24.4	24.7	
	4H	24.8	25.8	25.2	26.1	26.5	23.8	24.8	24.2	25.1	25.5	
	5H	25.5	26.4	26.0	26.8	27.2	24.5	25.3	24.9	25.7	26.1	
	6H	25.8	26.6	26.2	27.0	27.4	24.7	25.5	25.1	25.9	26.3	
	1.2H	26.0	26.7	26.5	27.1	27.6	24.8	25.5	25.3	25.9	26.4	
6H	4H	26.2	26.9	26.6	26.3	26.8	24.3	25.1	24.7	25.5	25.9	
	5H	26.0	26.7	26.5	27.1	27.6	25.1	25.8	25.6	26.2	26.7	
	6H	26.4	27.0	26.9	27.4	27.9	25.5	26.0	25.9	26.5	26.9	
	1.2H	26.7	27.2	27.2	27.6	28.1	25.7	26.2	26.2	26.6	27.1	
	4H	26.2	26.9	26.7	26.3	26.8	24.4	25.1	24.8	25.5	25.9	
	5H	26.1	26.7	26.6	27.1	27.6	25.3	25.8	25.7	26.3	26.7	
8H	6H	26.5	27.0	27.0	27.5	28.0	25.8	26.1	26.1	26.6	27.1	
	1.2H	26.5	27.0	27.0	27.5	28.0	25.8	26.1	26.1	26.6	27.1	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2					
S = 2.0H		+0.3 / -0.3					+0.4 / -0.7					
Tabla estándar		5007					5007					
Sumando de corrección		5.5					7.7					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1040lm Flujo luminoso total												

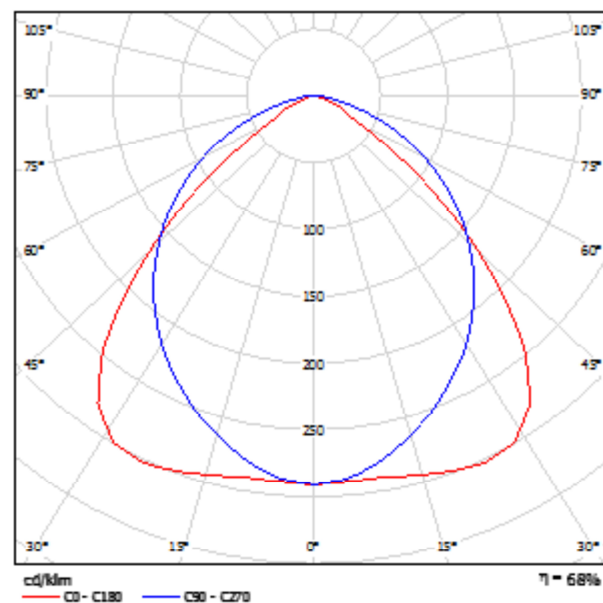
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TBS160 4xTL-D18W HFP C3 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 92 99 100 68

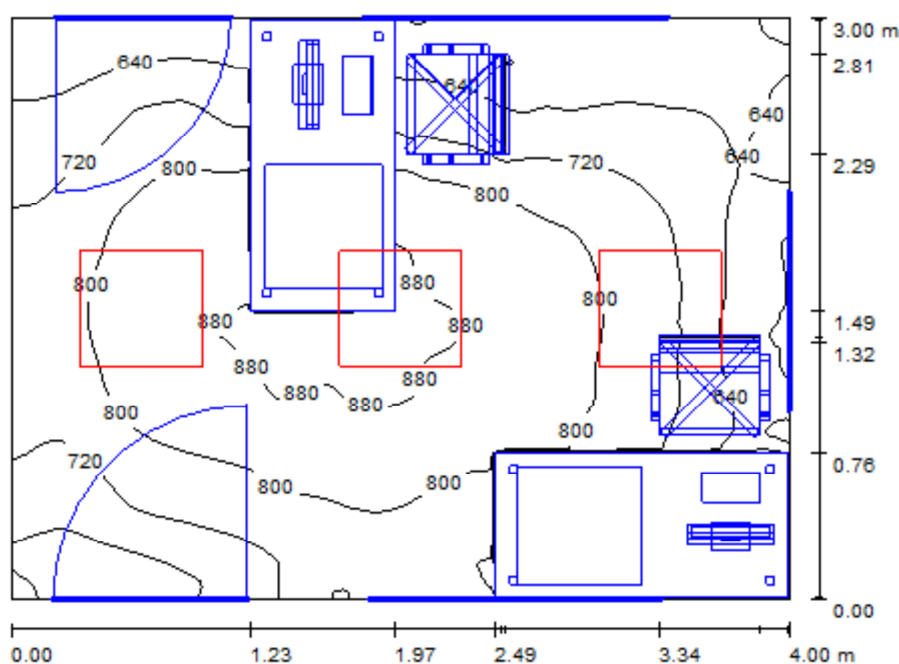


Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
o Tacha		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
o Perforada		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
o Suelo		30	20	20	20	30	30	20	20	30	30	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	17.4	15.5	15.6	15.7	15.8	
	3H	15.3	15.3	15.5	15.6	15.8	15.3	15.4	15.5	15.6	15.9	
	4H	15.2	15.2	15.5	15.4	15.7	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	
	5H	15.2	15.0	15.5	15.3	15.6	15.7	15.5	15.0	15.9	15.2	
	6H	15.1	15.0	15.5	15.3	15.6	15.7	15.5	15.1	15.5	15.2	
	1.2H	15.1	15.9	15.4	15.2	15.5	15.7	15.5	15.0	15.5	15.1	
4H	2H	15.7	15.5	15.0	15.9	17.2	17.5	15.4	17.5	15.7	15.0	
	3H	15.7	15.5	15.1	15.5	17.2	15.5	15.3	15.9	15.6	15.0	
	4H	15.7	15.4	15.1	15.7	17.1	15.5	15.5	15.2	15.9	15.2	
	5H	15.5	15.2	15.0	15.5	17.0	15.0	15.5	15.4	15.0	15.3	
	6H	15.5	15.1	15.0	15.5	16.9	15.0	15.5	15.4	15.9	15.3	
	1.2H	15.5	15.0	15.0	15.4	16.5	15.0	15.5	15.4	15.9	15.3	
6H	4H	15.7	15.2	15.1	15.5	17.0	15.5	15.3	15.2	15.7	15.1	
	5H	15.5	15.0	15.0	15.5	16.9	15.5	15.4	15.4	15.5	15.2	
	6H	15.5	15.9	15.0	15.4	16.9	15.5	15.3	15.4	15.5	15.2	
	1.2H	15.5	15.5	15.0	15.3	16.5	15.5	15.3	15.4	15.7	15.2	
	4H	15.5	15.1	15.1	15.5	17.0	15.7	15.2	15.2	15.5	15.1	
	5H	15.5	15.9	15.0	15.4	16.9	15.5	15.3	15.3	15.7	15.2	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+1.0 / -1.5					+0.3 / -0.4					
S = 1.5H		+2.2 / -5.2					+0.5 / -1.0					
S = 2.0H		+3.7 / -6.5					+1.1 / -1.9					
Tabla estándar		5000					5000					
Sumando de corrección		-5.5					0.2					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total												

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Administracion / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	743	552	912	0.743
Suelo	73	501	130	700	0.260
Techo	90	327	143	429	0.436
Paredes (4)	90	426	111	1023	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	3	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP C3 (1.000)	3672	69.5
Total:			11016	208.5

Valor de eficiencia energética: $17.38 \text{ W/m}^2 = 2.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 12.00 m^2)


 Proyecto elaborado por
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Administracion / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11016 lm
 Potencia total: 208.5 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	419	324	743	/	/
Mesa1				/	/
Mesa2				/	/
Suelo	210	291	501	73	116
Techo	0.00	327	327	90	94
Pared 1	78	300	378	90	108
Pared 2	141	295	436	90	125
Pared 3	87	323	409	90	117
Pared 4	168	335	502	90	144

Simetrías en el plano útil

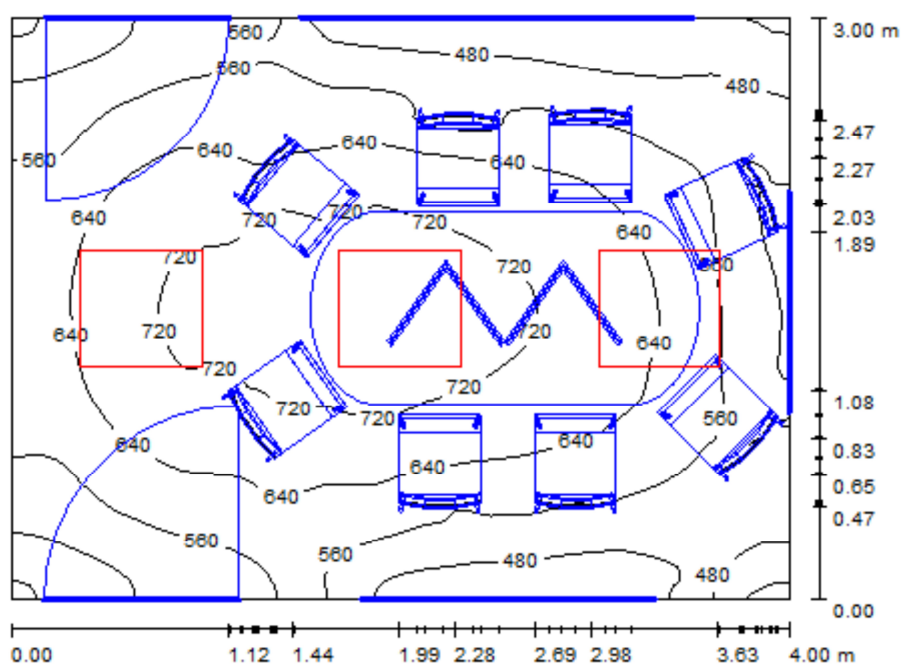
E_{\min} / E_{\max} : 0.743 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.605 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $17.38 \text{ W/m}^2 = 2.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 12.00 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala Reuniones / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	601	397	763	0.660
Suelo	20	303	58	496	0.193
Techo	70	200	100	275	0.499
Paredes (4)	90	293	111	900	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	3	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP C3 (1.000)	3672	69.5
Total:			11016	208.5

Valor de eficiencia energética: $17.38 \text{ W/m}^2 = 2.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 12.00 m^2)


 Proyecto elaborado por
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Sala Reuniones / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11016 lm
 Potencia total: 208.5 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	415	186	601	/	/
Mesa reuniones	504	171	675	/	/
Suelo	146	157	303	20	19
Techo	0.00	200	200	70	44
Pared 1	101	173	274	90	79
Pared 2	143	165	308	90	88
Pared 3	93	176	270	90	77
Pared 4	168	168	336	90	96

Simetrías en el plano útil

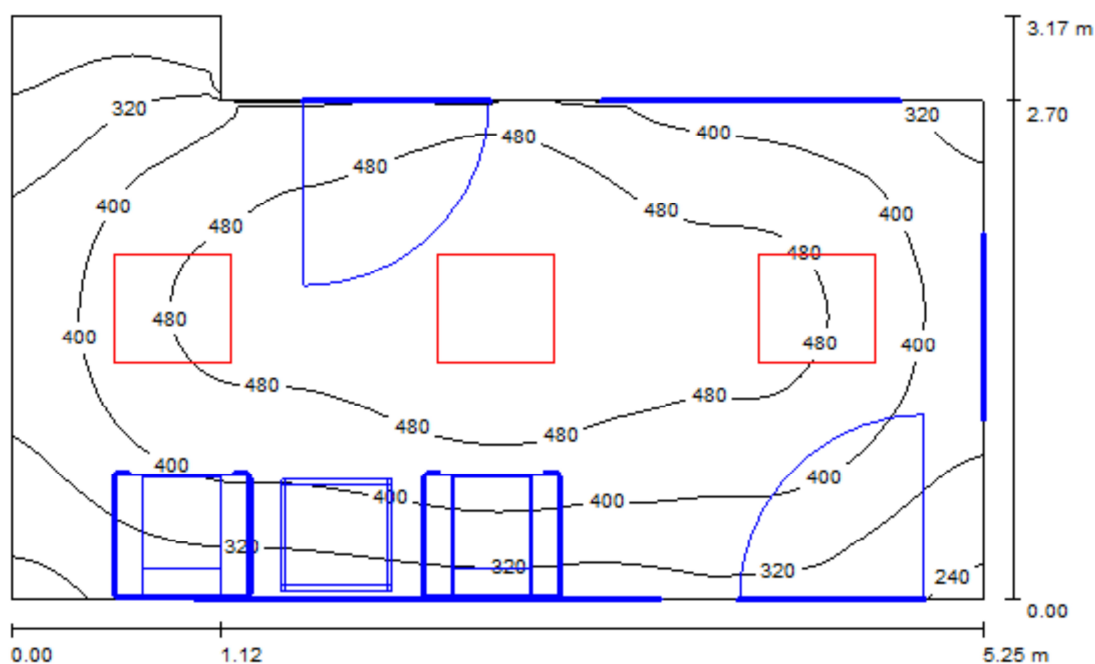
E_{\min} / E_{\max} : 0.660 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.520 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $17.38 \text{ W/m}^2 = 2.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 12.00 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Recepcion / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:41

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	413	172	560	0.416
Suelo	20	278	15	377	0.056
Techo	70	66	32	96	0.482
Paredes (6)	47	152	16	469	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	3	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP C3 (1.000)	3672	69.5
Total:			11016	208.5

Valor de eficiencia energética: $14.19 \text{ W/m}^2 = 3.43 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.70 m^2)


 Proyecto elaborado por
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Recepcion / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11016 lm
 Potencia total: 208.5 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	348	65	413	/	/
Suelo	213	65	278	20	18
Techo	0.00	66	66	70	15
Pared 1	61	56	117	50	19
Pared 2	122	64	186	50	30
Pared 3	114	65	179	50	29
Pared 4	16	39	55	50	8.76
Pared 5	64	51	114	0	0.00
Pared 6	124	49	173	50	28

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.416 (1:2)

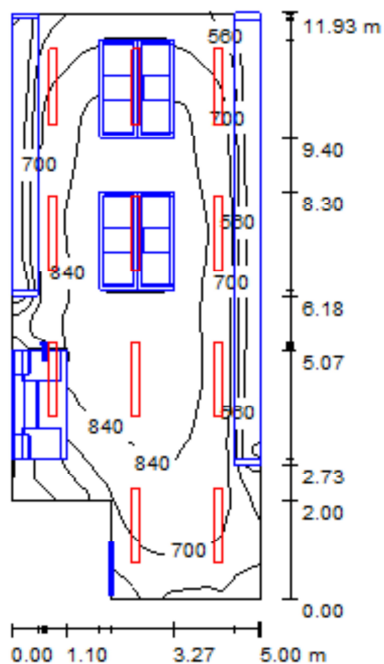
E_{\min} / E_{\max} : 0.307 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $14.19 \text{ W/m}^2 = 3.43 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.70 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona Montaje de Cuadros / Resumen



Altura del local: 4.500 m, Altura de montaje: 3.720 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:154

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	715	257	957	0.360
Suelo	20	424	39	757	0.092
Techo	70	217	135	263	0.621
Paredes (6)	50	390	35	2052	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	11	Philips TMS028 2xTL-D58W HFP (1.000)	8424	110.0
Total:			92664	1210.0

Valor de eficiencia energética: $21.74 \text{ W/m}^2 = 3.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 55.65 m^2)


 Proyecto elaborado por
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Montaje de Cuadros / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 92664 lm
 Potencia total: 1210.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	558	157	715	/	/
Suelo	320	104	424	20	27
Techo	0.00	217	217	70	48
Pared 1	242	185	428	50	68
Pared 2	233	153	386	50	61
Pared 3	244	161	405	50	64
Pared 4	212	148	360	50	57
Pared 5	161	149	310	50	49
Pared 6	362	185	546	50	87

Simetrías en el plano útil

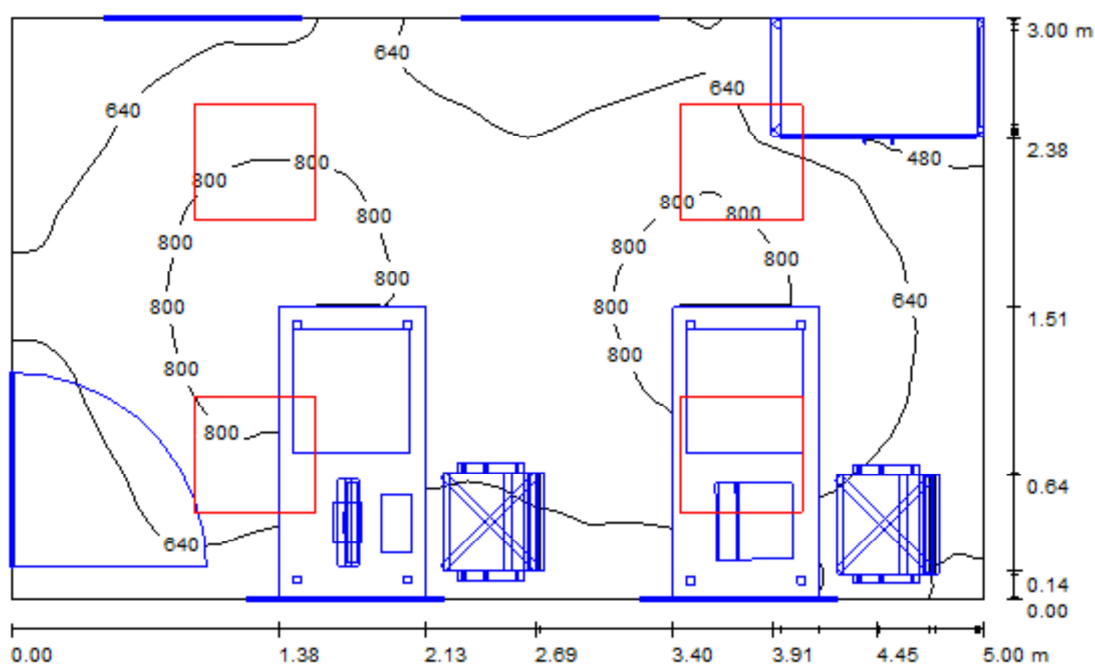
E_{\min} / E_{\max} : 0.360 (1:3)

E_{\min} / E_{\max} : 0.269 (1:4)

Valor de eficiencia energética: $21.74 \text{ W/m}^2 = 3.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 55.65 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficina / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	682	103	885	0.151
Suelo	20	418	29	620	0.070
Techo	90	248	197	351	0.795
Paredes (4)	90	326	29	772	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	4	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP C3 (1.000)	3672	69.5
Total:			14688	278.0

Valor de eficiencia energética: $18.53 \text{ W/m}^2 = 2.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 15.00 m^2)



Proyecto elaborado por
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Oficina / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 14688 lm
 Potencia total: 278.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

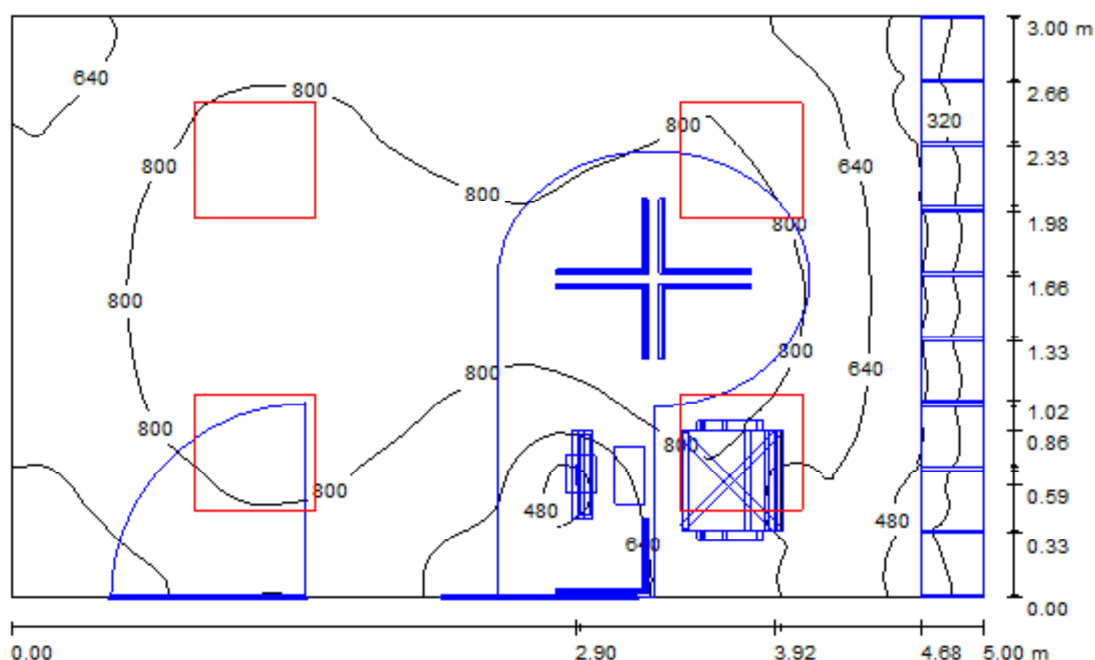
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	429	253	682	/	/
Suelo	223	195	418	20	27
Techo	0.00	248	248	90	71
Pared 1	120	199	319	90	92
Pared 2	123	177	300	90	86
Pared 3	127	194	321	90	92
Pared 4	143	229	372	90	107

Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_{\max} : 0.151 (1:7)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.116 (1:9)

Valor de eficiencia energética: $18.53 \text{ W/m}^2 = 2.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 15.00 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	716	180	949	0.251
Suelo	20	431	55	691	0.129
Techo	90	297	235	369	0.793
Paredes (4)	90	357	22	792	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	4	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP C3 (1.000)	3672	69.5
Total:			14688	278.0

Valor de eficiencia energética: $18.53 \text{ W/m}^2 = 2.59 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 15.00 m^2)


 Proyecto elaborado por
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Despacho / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 14688 lm
 Potencia total: 278.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

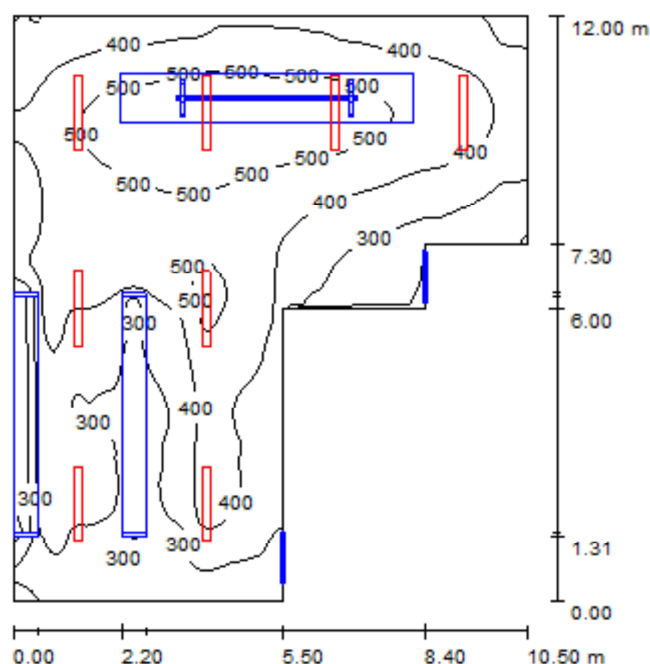
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	422	294	716	/	/
Suelo	213	218	431	20	27
Techo	0.00	297	297	90	85
Pared 1	142	234	376	90	108
Pared 2	41	153	194	90	56
Pared 3	158	239	397	90	114
Pared 4	150	270	419	90	120

Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_{\max} : 0.251 (1:4)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.190 (1:5)

Valor de eficiencia energética: $18.53 \text{ W/m}^2 = 2.59 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 15.00 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona Banco de pruebas y almacen placas / Resumen



Altura del local: 4.500 m, Altura de montaje: 3.720 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:155

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	388	80	563	0.205
Suelo	32	288	18	452	0.063
Techo	70	110	55	135	0.504
Paredes (8)	43	226	38	595	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	8	Philips TMS028 2xTL-D58W HFP (1.000)	8424	110.0
Total:			67392	880.0

Valor de eficiencia energética: $9.43 \text{ W/m}^2 = 2.43 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 93.27 m^2)


 Proyecto elaborado por
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Banco de pruebas y almacen placas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 67392 lm
 Potencia total: 880.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	298	91	388	/	/
Suelo	204	84	288	32	29
Techo	0.00	110	110	70	24
Pared 1	122	90	211	0	0.00
Pared 2	154	79	233	48	36
Pared 3	63	107	170	48	26
Pared 4	44	95	140	48	21
Pared 5	78	103	181	48	28
Pared 6	146	100	246	50	39
Pared 7	143	102	244	50	39
Pared 8	144	90	234	50	37

Simetrías en el plano útil

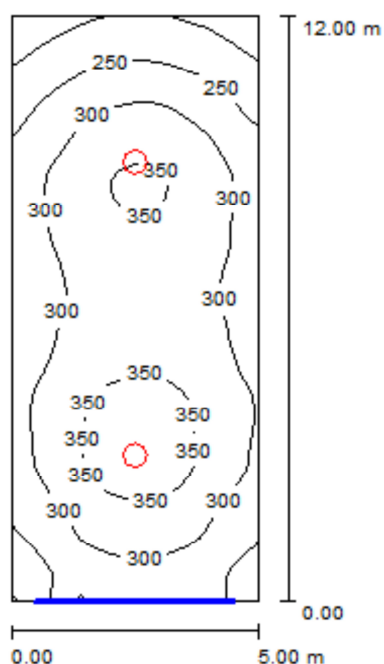
E_{\min} / E_{\max} : 0.205 (1:5)

E_{\min} / E_{\max} : 0.142 (1:7)

Valor de eficiencia energética: $9.43 \text{ W/m}^2 = 2.43 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 93.27 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona Recepcion Material / Resumen



Altura del local: 10.200 m, Altura de montaje: 8.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:155

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	299	166	381	0.554
Suelo	69	264	156	323	0.591
Techo	83	41	28	51	0.675
Paredes (4)	20	170	14	581	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	2	Philips HPK080 1xSON400W R GC (1.000)	34080	433.0
Total:			68160	866.0

Valor de eficiencia energética: $14.43 \text{ W/m}^2 = 4.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 60.00 m^2)


 Proyecto elaborado por
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Recepcion Material / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 68160 lm
 Potencia total: 866.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	261	38	299	/	/
Suelo	226	38	264	69	58
Techo	0.00	41	41	83	11
Pared 1	90	39	129	69	28
Pared 2	122	47	169	27	15
Pared 3	109	54	162	0	0.00
Pared 4	122	69	191	0	0.00

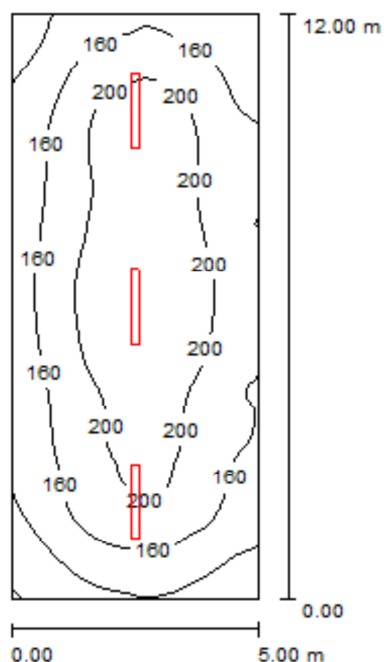
Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_{\max} : 0.554 (1:2)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.435 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $14.43 \text{ W/m}^2 = 4.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 60.00 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacen producto acabado / Resumen



Altura del local: 4.500 m, Altura de montaje: 4.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:155

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	176	78	238	0.442
Suelo	42	146	73	188	0.499
Techo	70	41	19	62	0.468
Paredes (4)	25	123	25	212	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	23	22	
Trama:	64 x 32 Puntos	Pared inferior	25	24	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	3	Philips TMS028 2xTL-D58W HFP (1.000)	8424	110.0
Total:			25272	330.0

Valor de eficiencia energética: $5.50 \text{ W/m}^2 = 3.13 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 60.00 m^2)


 Proyecto elaborado por
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Almacen producto acabado / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 25272 lm
 Potencia total: 330.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

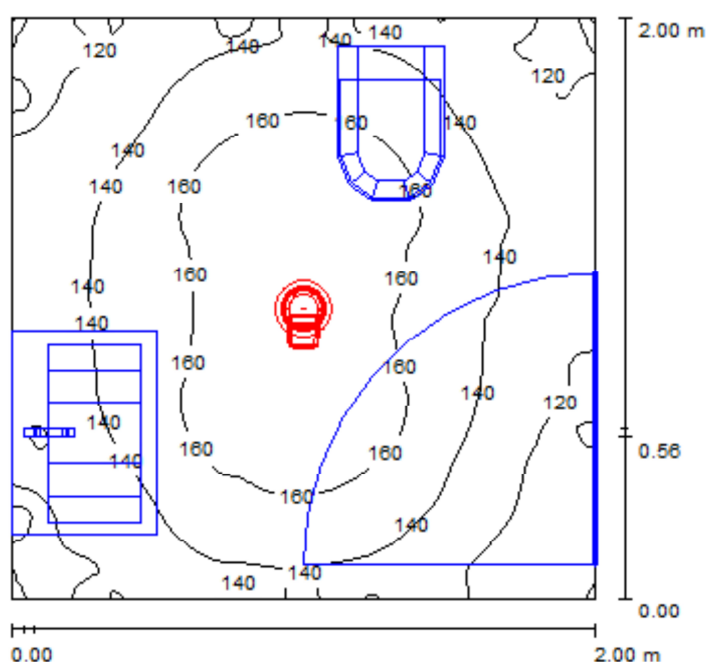
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	145	30	176	/	/
Suelo	117	29	146	42	20
Techo	0.47	41	41	70	9.14
Pared 1	80	34	114	0	0.00
Pared 2	89	30	119	50	19
Pared 3	80	37	116	50	19
Pared 4	89	46	134	0	0.00

Simetrías en el plano útil	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
E_{\min} / E_{\max} : 0.442 (1:2)	Pared izq	23	22	
E_{\min} / E_{\max} : 0.326 (1:3)	Pared inferior	25	24	
	(CIE, SHR = 0.25.)			

Valor de eficiencia energética: $5.50 \text{ W/m}^2 = 3.13 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 60.00 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño Abajo / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.927 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:26

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	142	102	173	0.715
Suelo	20	93	41	111	0.436
Techo	90	67	58	76	0.875
Paredes (4)	90	81	27	128	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	1	Philips FBS261 1xPL-C/2P18W C (1.000)	732	25.3
Total:			732	25.3

Valor de eficiencia energética: $6.32 \text{ W/m}^2 = 4.44 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.00 m^2)


 Proyecto elaborado por
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Baño Abajo / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 732 lm
 Potencia total: 25.3 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

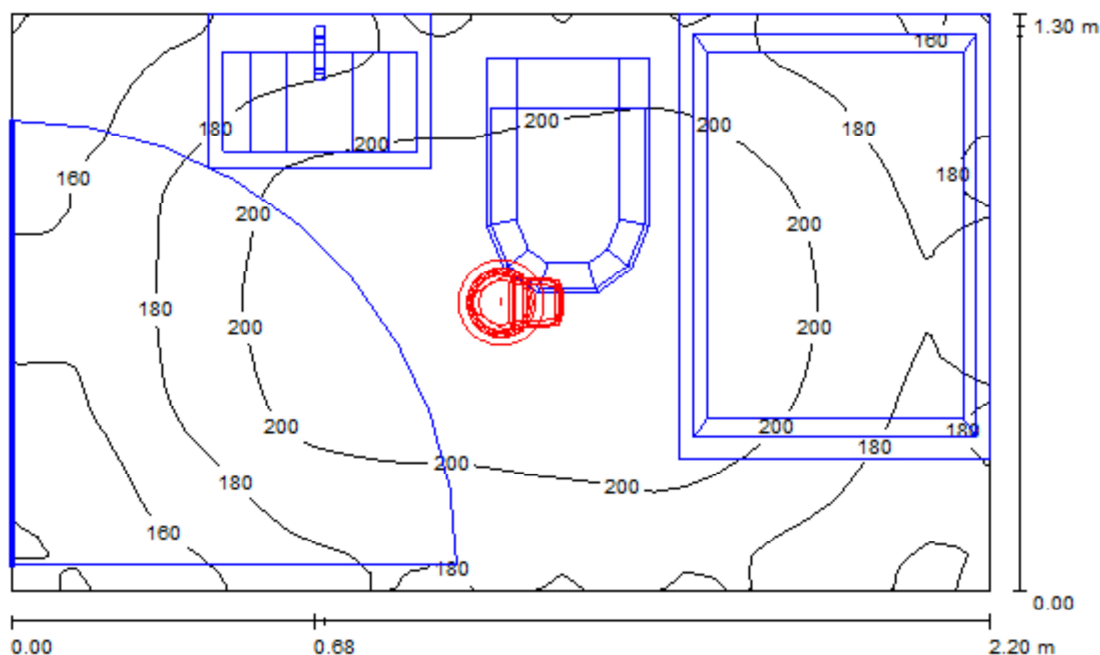
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	66	76	142	/	/
Suelo	34	59	93	20	5.92
Techo	0.00	67	67	90	19
Pared 1	19	62	81	90	23
Pared 2	16	66	82	90	23
Pared 3	19	64	83	90	24
Pared 4	17	61	79	90	23

Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_{\max} : 0.715 (1:1)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.590 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $6.32 \text{ W/m}^2 = 4.44 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.00 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño arriba / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.927 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:17

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	187	133	219	0.708
Suelo	20	83	1.21	133	0.015
Techo	90	110	95	118	0.861
Paredes (4)	90	122	13	249	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	1	Philips FBS261 1xPL-C/2P18W C (1.000)	732	25.3
Total:			732	25.3

Valor de eficiencia energética: $8.85 \text{ W/m}^2 = 4.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 2.86 m^2)


 Proyecto elaborado por
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Baño arriba / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 732 lm
 Potencia total: 25.3 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	72	115	187	/	/
Suelo	24	58	83	20	5.26
Techo	0.00	110	110	90	31
Pared 1	26	99	125	90	36
Pared 2	19	101	120	90	34
Pared 3	25	98	123	90	35
Pared 4	12	103	115	90	33

Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_{\max} : 0.708 (1:1)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.606 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $8.85 \text{ W/m}^2 = 4.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 2.86 m^2)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PLANOS

Roberto Muñoz Exlandiu

Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, Septiembre de 2012



PLANOS

Índice:

- 3.1 SITUACIÓN**
- 3.2 EMPLAZAMIENTO**
- 3.3 ALUMBRADO PLANTA BAJA**
- 3.4 ALUMBRADO SOBREPISO**
- 3.5 FUERZA PLANTA BAJA**
- 3.6 FUERZA SOBREPISO**
- 3.7 PUESTA A TIERRA**
- 3.8 ESQUEMA UNIFILAR**
- 3.9 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

**INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.**

DEPARTAMENTO:

**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE
NAVE INDUSTRIAL Y ESTUDIO VIABILIDAD DEL
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO:

MUÑOZ EXPLANDIU, ROBERTO

FIRMA:

PLANO:

SITUACIÓN

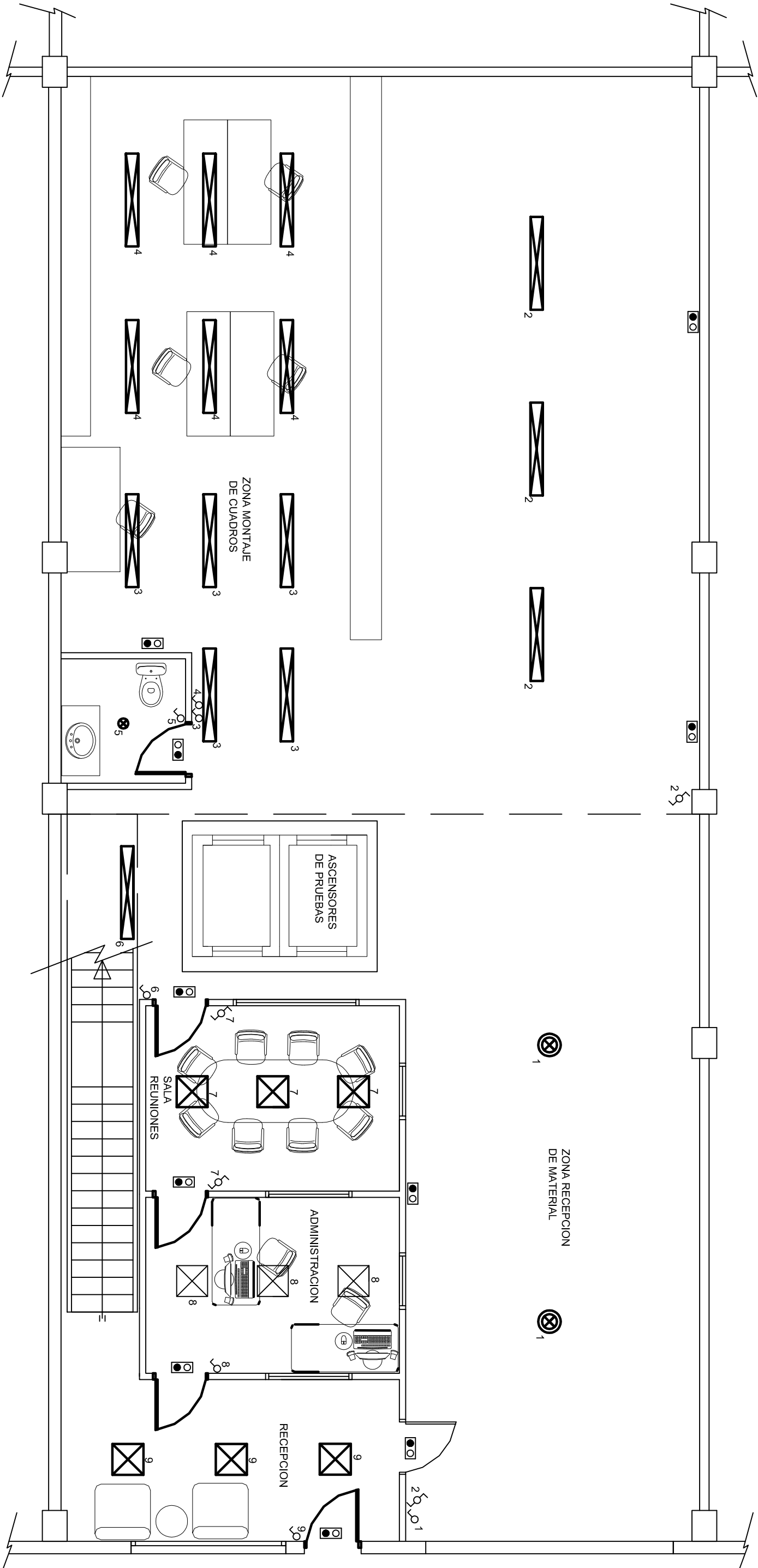
FECHA:

09/2012

ESCALA:

Nº PLANO:

1



Phillips TMS028 2xTL-D 58W HFP

Phillips TBS160 4xTL-D 18W HFP C3

Phillips HPK080 1xSON400W R GC

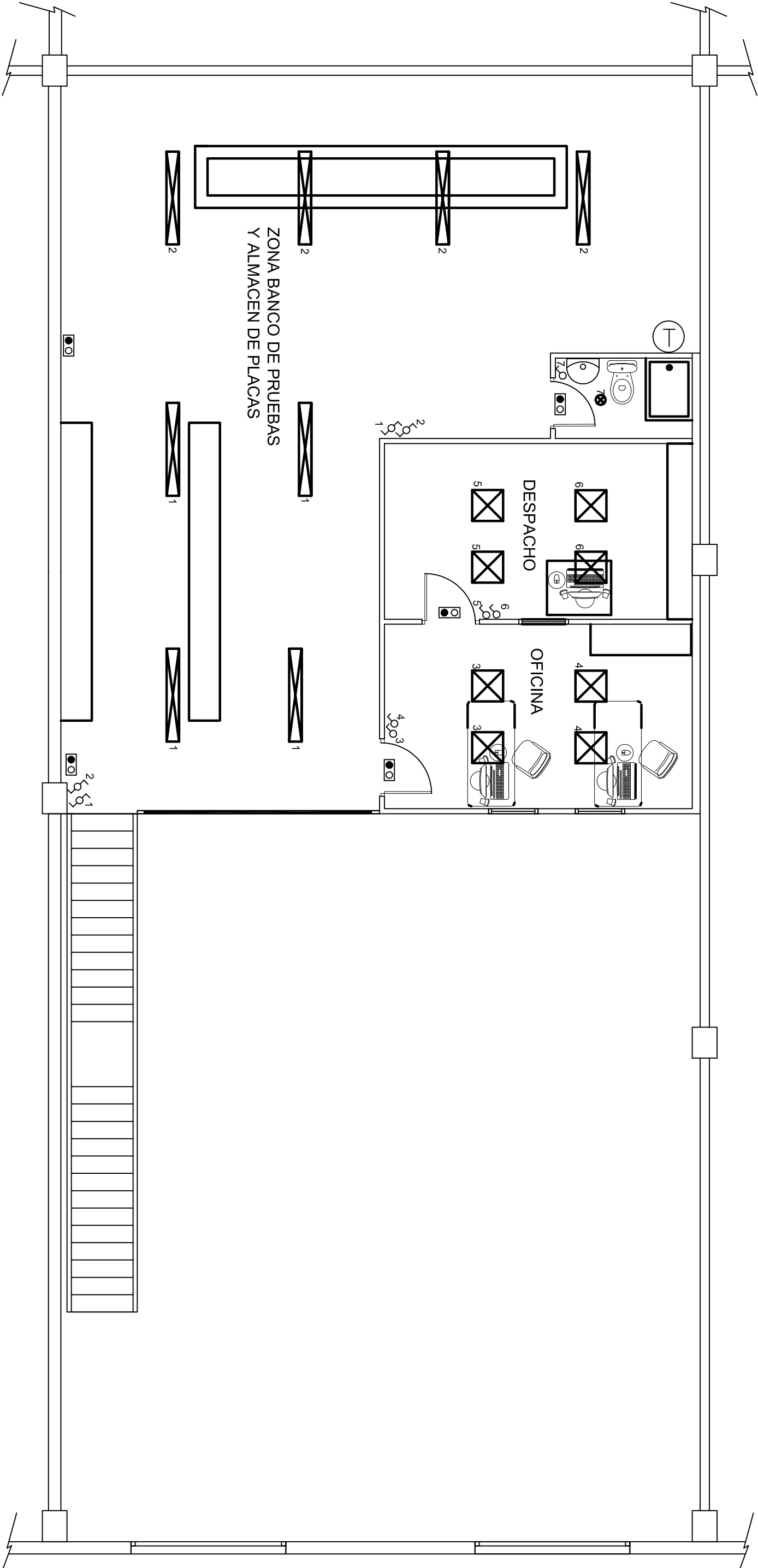
Phillips FBS261 1xPL-C/2P 18W C

Interruptor

Commutador

Alumbrado de emergencia

<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		<div><div>DEPARTAMENTO:</div><div>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div></div>	
<div>PROYECTO:</div>		<div>REALIZADO:</div>		<div>FIRMA:</div>	
<div>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE NAVE INDUSTRIAL Y ESTUDIO VIABILIDAD DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</div>		<div>MUÑOZ EXPLANDIU,ROBERTO</div>			
<div>PLANO:</div>		<div>FECHA:</div>		<div>ESCALA:</div>	
<div>ALUMBRADO PLANTA BAJA</div>		<div>09/2012</div>		<div>Nº PLANO</div>	
				<div>3</div>	



Leyenda:

Philips TMSQ28 2xTL-D 38W HFP

Philips TBS160 4xTL-D 18W HFP C3

Philips HFK080 1xSON400W R GC

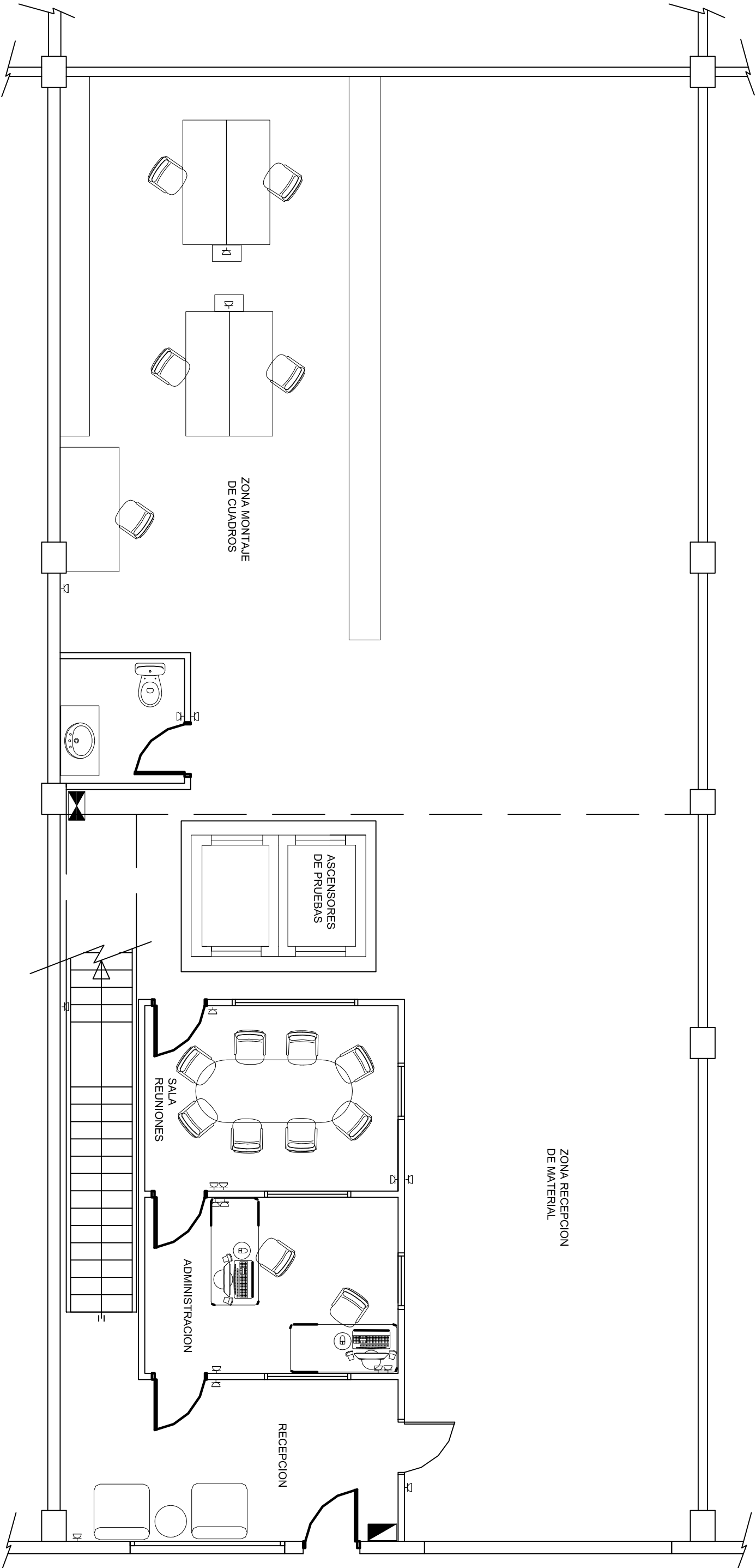
Philips FBS261 1xPL-C/2P18W C

Interruptor

Comutador

Alumbrado de emergencia

<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		<div><div>DEPARTAMENTO:</div><div>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div></div>	
<div>PROYECTO:</div> <div>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE NAVE INDUSTRIAL Y ESTUDIO VIABILIDAD DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</div>		<div>REALIZADO:</div> <div>MUÑOZ EXPLANDIU,ROBERTO</div>		<div>FIRMA:</div>	
<div>PLANO:</div> <div>ALUMBRADO SOBREPISO</div>		<div>FECHA:</div> <div>09/2012</div>	<div>ESCALA:</div>	<div>Nº PLANO</div> <div>4</div>	



Legenda:

Toma de corriente 16A

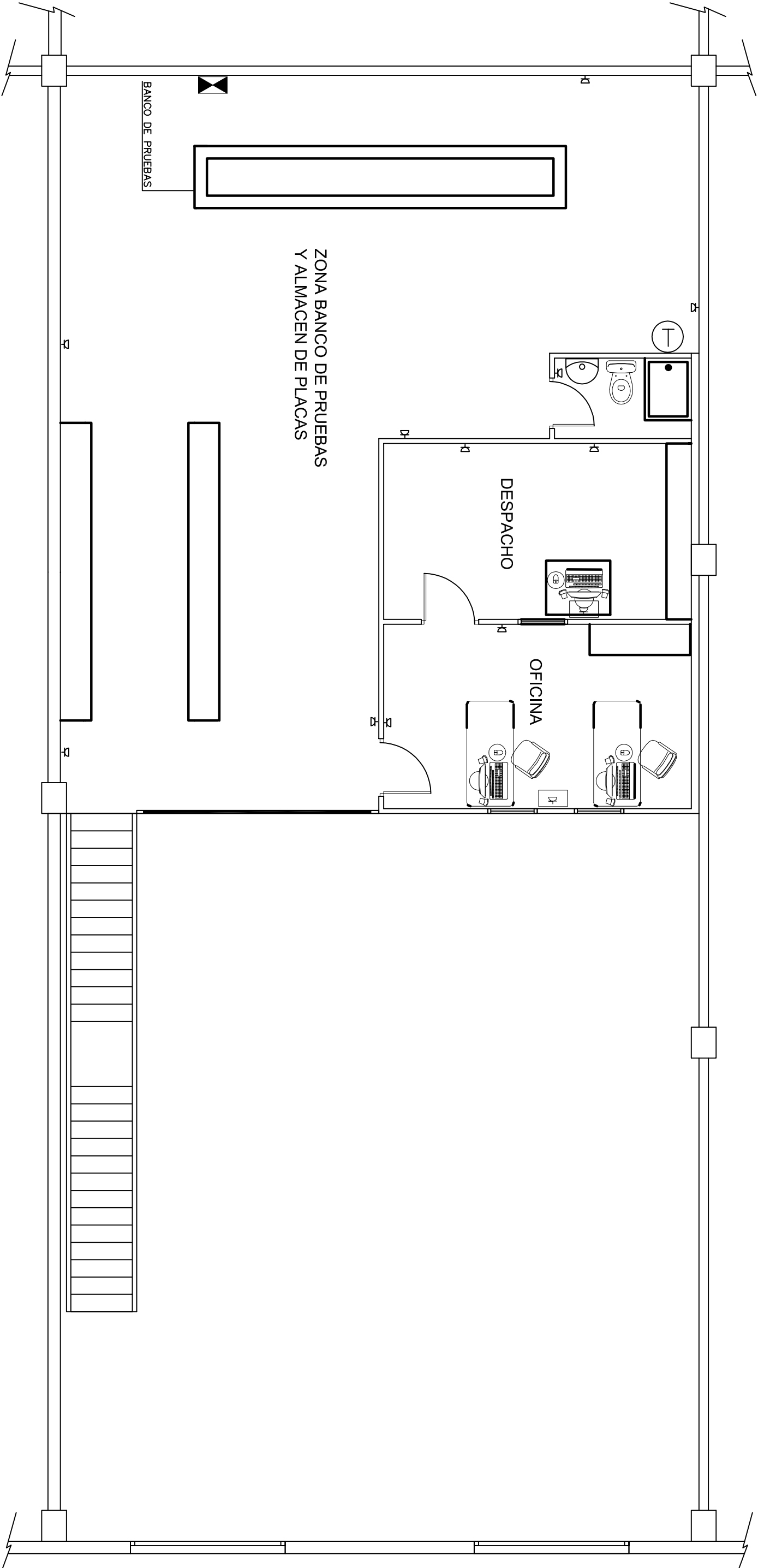
Toma de corriente trifásica

Acometida

Caja con 6 Tomas de corriente 16A


Cuadro para ascensores con toma trifásica

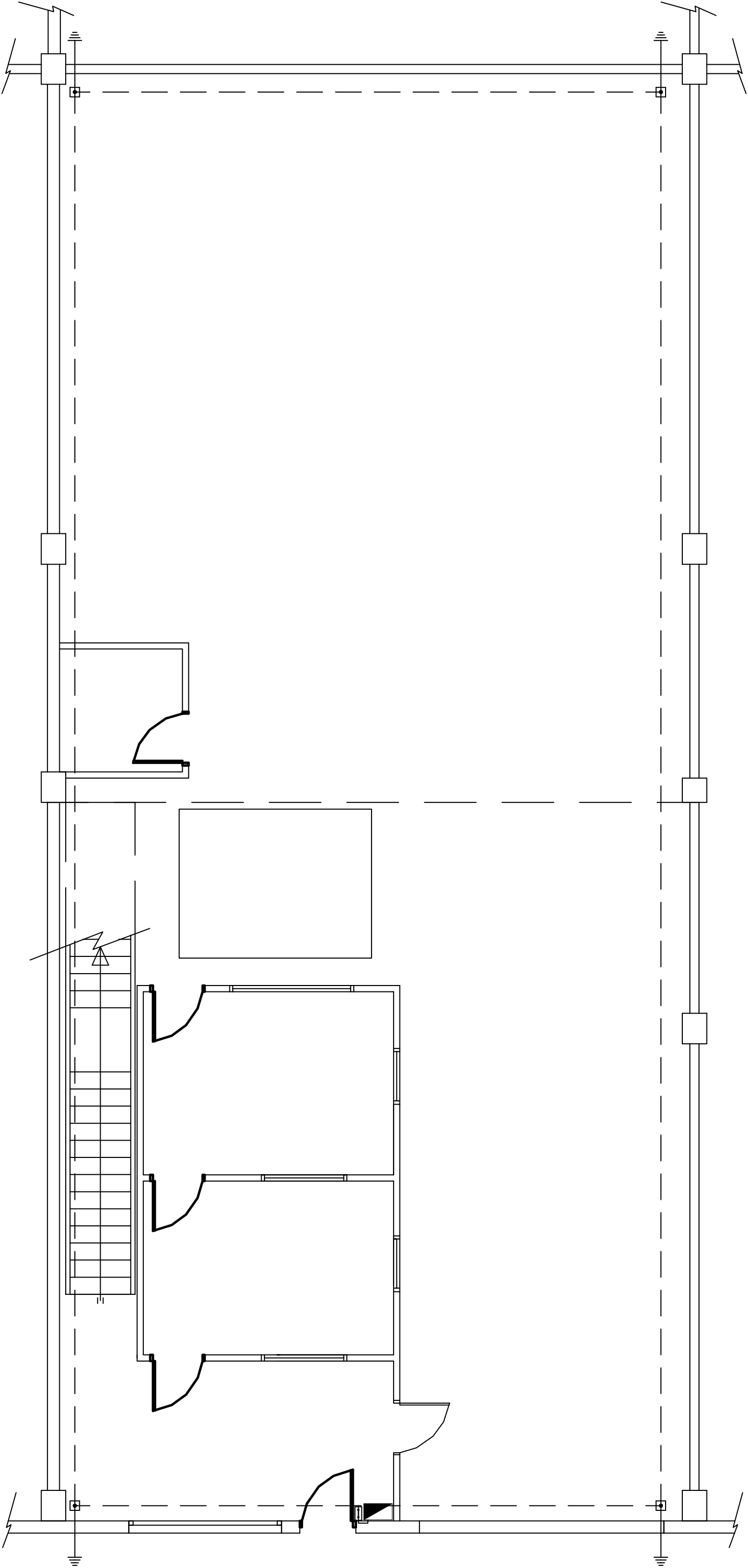
<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		<div><div>DEPARTAMENTO:</div><div>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div></div>	
<div>PROYECTO:</div> <div>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE NAVE INDUSTRIAL Y ESTUDIO VIABILIDAD DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</div>		<div>REALIZADO:</div> <div>MUÑOZ EXPLANDIU,ROBERTO</div>		<div>FIRMA:</div>	
<div>PLANO:</div> <div>FUERZA PLANTA BAJA</div>		<div>FECHA:</div> <div>09/2012</div>	<div>ESCALA:</div>	<div>Nº PLANO</div> <div>5</div>	



Leyenda:

- Toma de corriente 16A
- Toma de corriente trifásica
- Acometida
- Caja con 6 Tomas de corriente 16A
- Cuadro para ascensores con toma trifásica

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE NAVE INDUSTRIAL Y ESTUDIO VIABILIDAD DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: MUÑOZ EXPLANDIU,ROBERTO
PLANO: FUERZA SOBREPISO	FIRMA:	FECHA: 09/2012
		ESCALA:
		N° PLANO 6




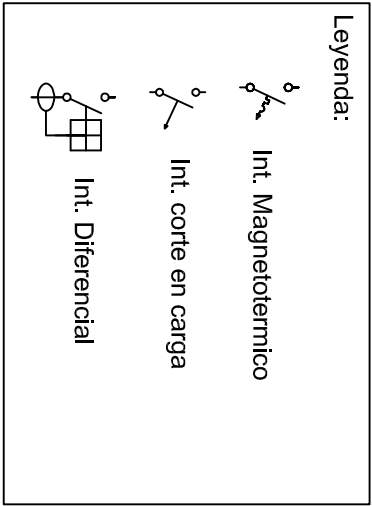
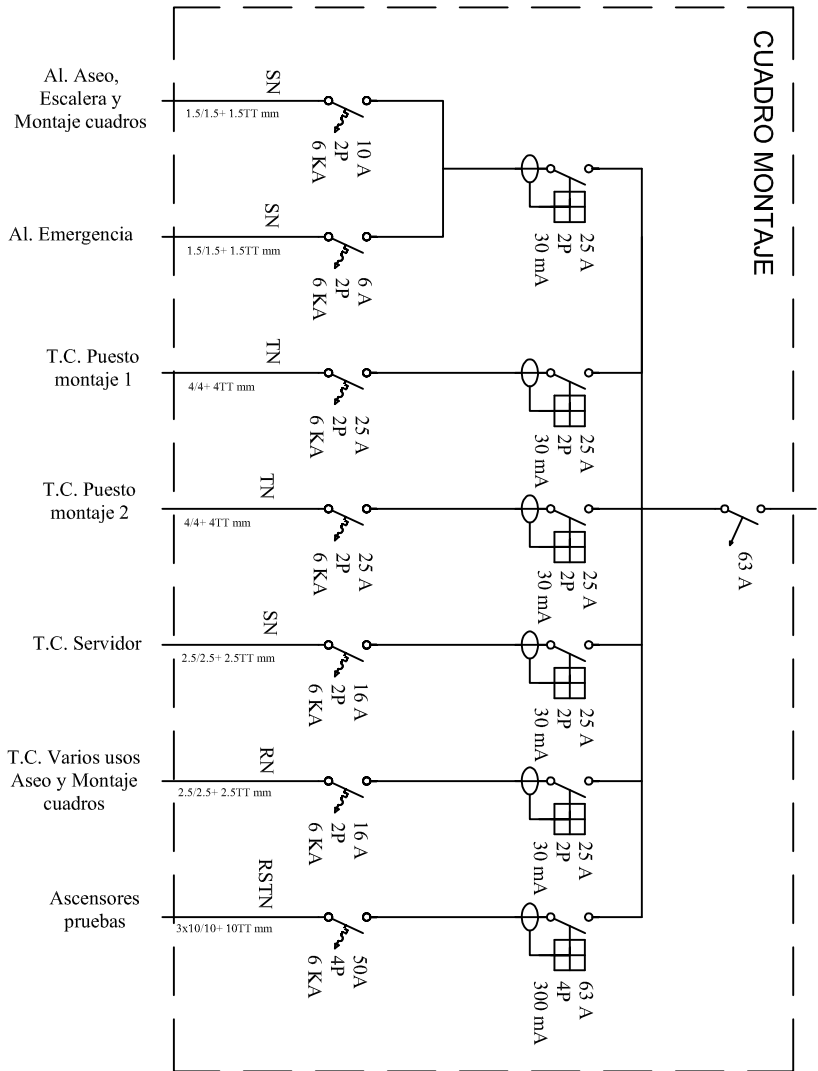
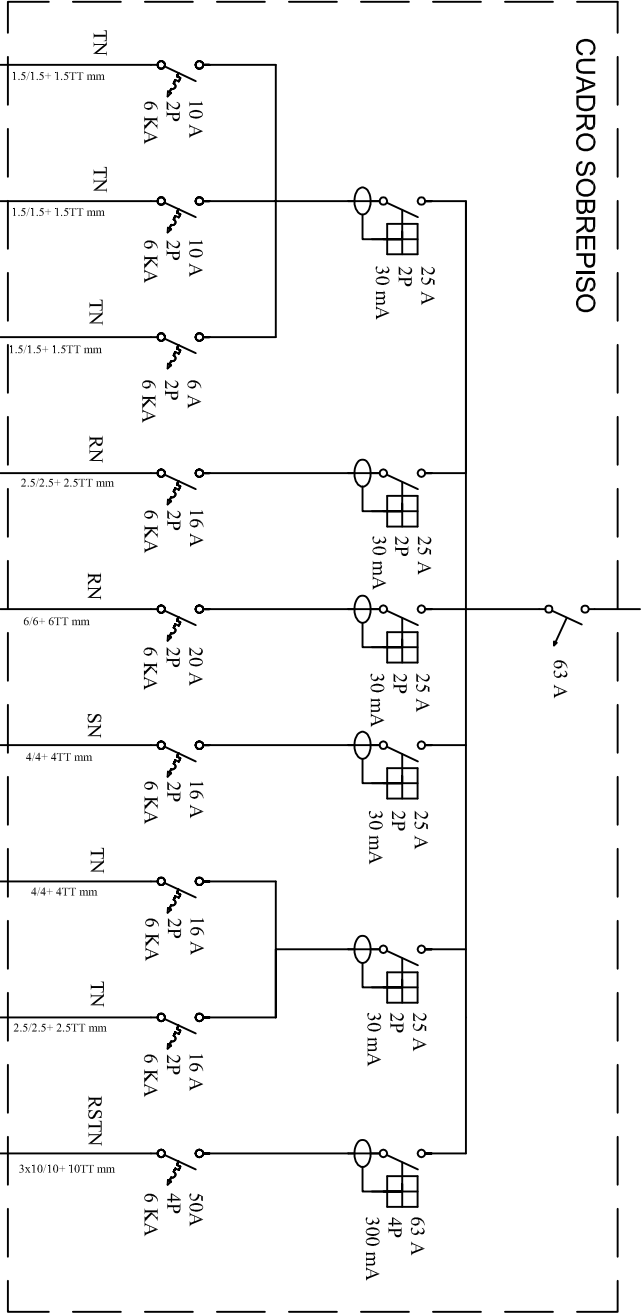
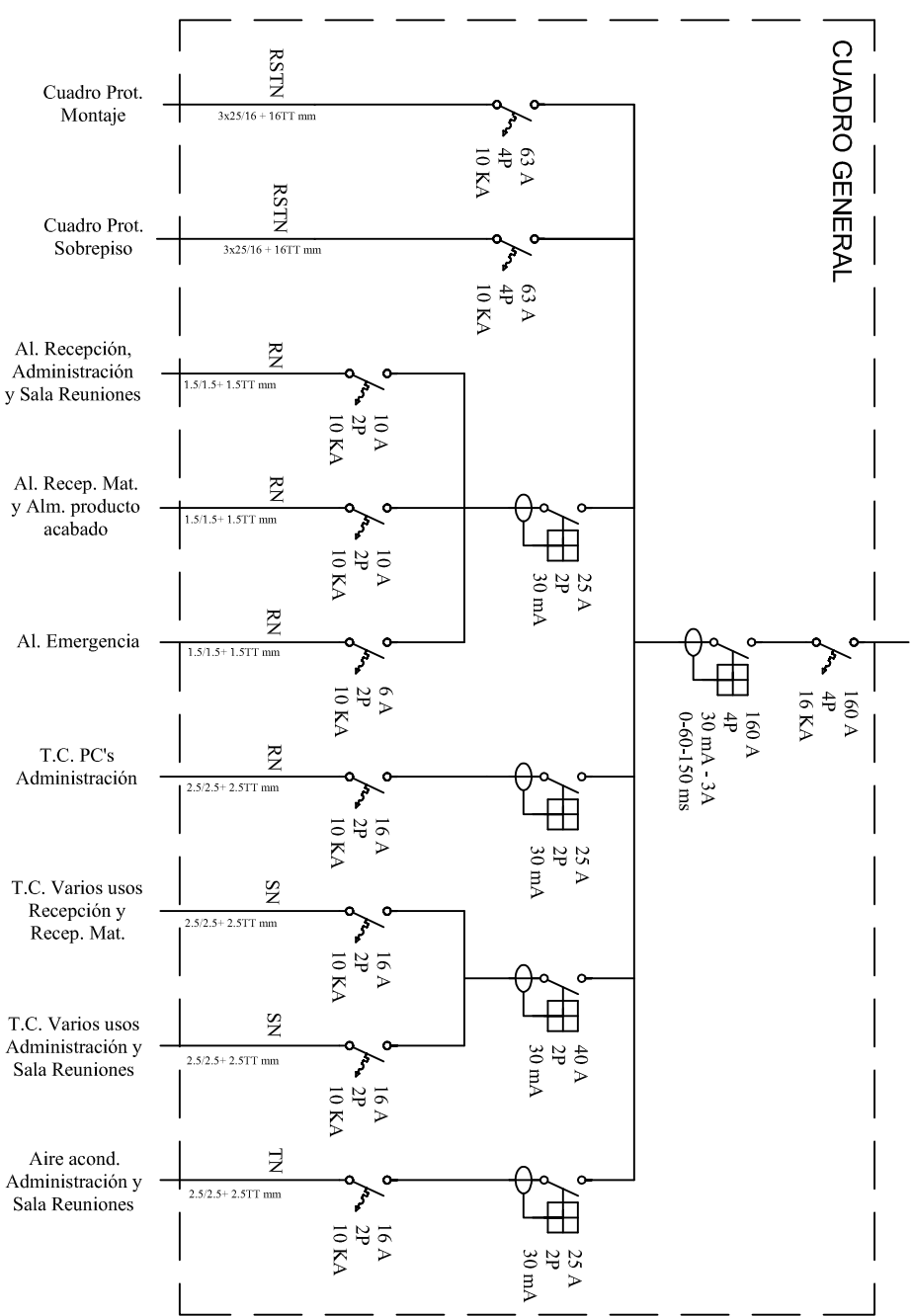
NOTA:


Las placas de la estructura tendrán una medida al menos equivalente a las medidas de los conductores de cobre de 25mm² de diámetro.
El cable de tierra estará anclado a 60 cm de la estructura y se conectará a la tierra.
Se designará la zona de riesgo en cada caso para explicar el correcto estado de los mismos.

Legenda:

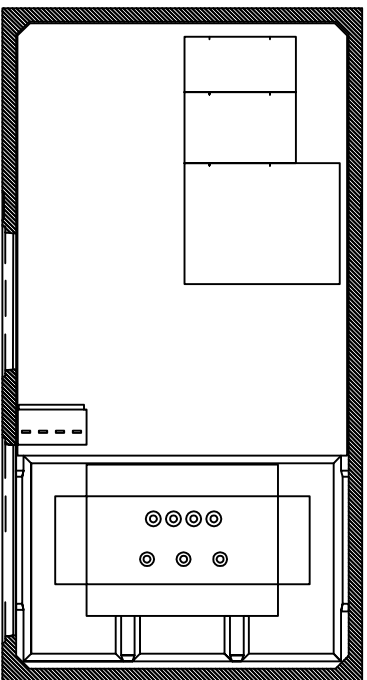
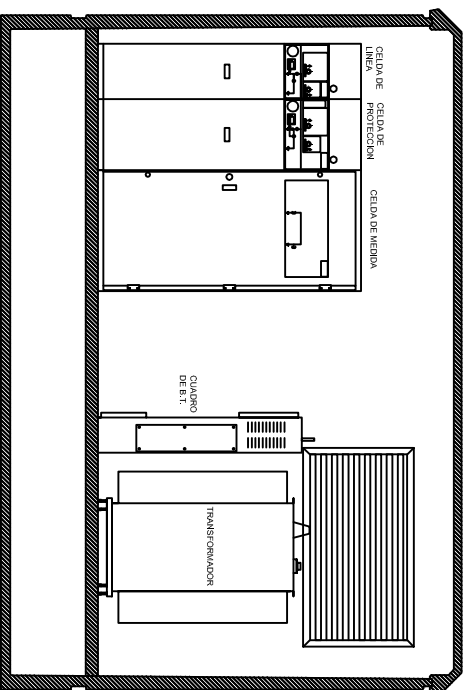
- Conductor desnudo de cobre de 25mm²
- Placa de 2m. de longitud y 14mm. de diámetro
- Anclaje de reglaje
- Cable de medición y secciónamiento de puesta a tierra
- Acromielas

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE NAVE INDUSTRIAL Y ESTUDIO VIABILIDAD DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: MUÑOZ EXPLANDIU,ROBERTO
PLANO:	FECHA: 09/2012	ESCALA: N° PLANO 7
PUESTA A TIERRA		

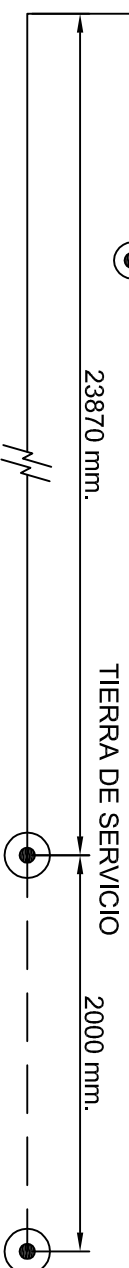
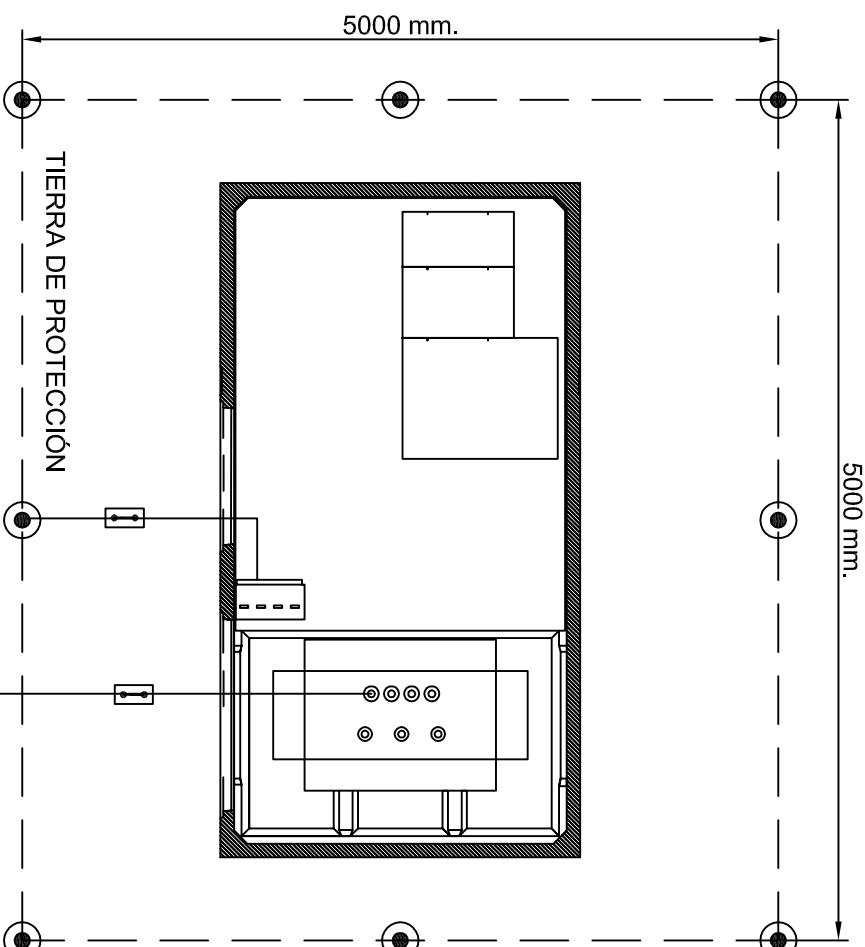
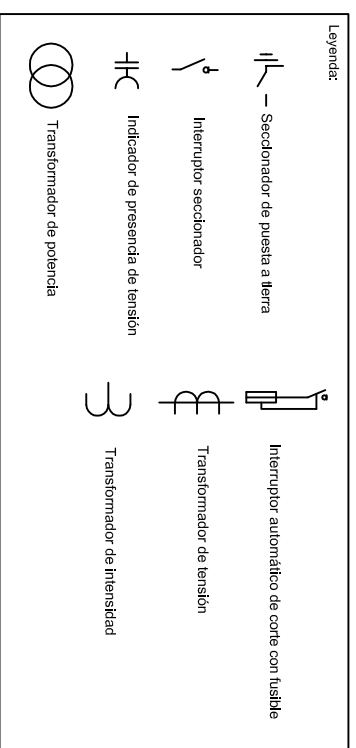
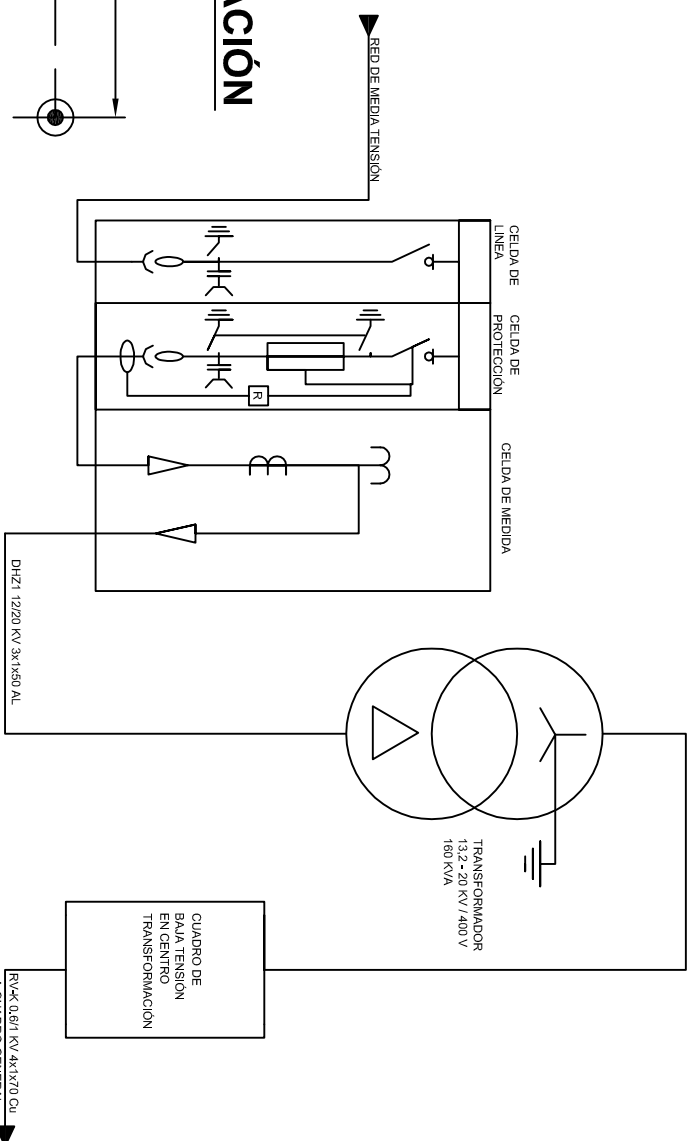


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE NAVE INDUSTRIAL Y ESTUDIO VIABILIDAD DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR		FIRMA: MUÑOZ EXPLANDIU,ROBERTO
FECHA: 09/2012	ESCALA:	Nº PLANO: 8



DIMENSIONES CENTRO DE TRANSFORMACIÓN



TIERRAS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN




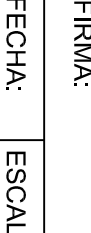
LEYENDA:

	Pica de cobre de 14 mm. de diámetro
	Caja de medición y seccionamiento de puesta a tierra
-----	Cable de cobre desnudo de 50 mm.
_____	Cable de cobre aislado de 50 mm.

Notas:

-Tierra de protección: Código UNESA 50-50/888; las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 0,8 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 m. Formarán un rectángulo de dimensiones 5 x 5 m. y estarán unidas mediante conductor desnudo CU de 50 mm².

-Tierra de servicio: Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m. Se situarán en liberos distanciados entre sí 2 m. y estarán unidas mediante conductor desnudo CU de 50 mm².

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE NAVE INDUSTRIAL Y ESTUDIO VIABILIDAD DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			REALIZADO: MUÑOZ EXPLANDIU,ROBERTO
PLANO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			FIRMA: <div>  </div>
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	
09/2012		9	



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PLIEGO DE CONDICIONES

Roberto Muñoz Expandiu

Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, Septiembre de 2012



PLIEGO DE CONDICIONES

Índice:

4.1 OBJETO.....	3
4.2 CONDICIONES GENERALES.....	3
4.2.1 NORMAS GENERALES.....	3
4.2.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	3
4.2.3 CONFORMIDAD O VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES.....	3
4.2.4 RESCISIÓN.....	3
4.2.5 CONDICIONES GENERALES.....	4
4.3 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.....	4
4.3.1 DATOS DE OBRA.....	4
4.3.2 OBRAS QUE COMPRENDE.....	4
4.3.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.....	5
4.3.4 PERSONAL.....	5
4.3.5 CONDICIONES DE PAGO.....	5
4.4 CONDICIONES PARTICULARES.....	6
4.4.1 DISPOSICIONES APLICABLES.....	6
4.4.2 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO.....	6
4.4.3 PROTOTIPOS.....	6
4.5 NORMATIVA GENERAL.....	7
4.6 CONDUCTORES.....	8
4.6.1 MATERIALES.....	8
4.6.2 REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. CÁLCULO MECÁNICO Y EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	8
4.6.2.1 INSTALACIONES DE CONDUCTORES AISLADOS.....	8
4.6.2.2 SECCIÓN MÍNIMA DEL CONDUCTOR NEUTRO.....	9
4.6.2.3 CONTINUIDAD DEL CONDUCTOR NEUTRO.....	9
4.6.3 SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES. CAÍDAS DE TENSIÓN.....	9
4.7 RECEPTORES.....	10
4.7.1 CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN.....	10
4.7.2 CONEXIONES DE RECEPTORES.....	10
4.7.3 RECEPTORES DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN.....	11
4.7.4 RECEPTORES A MOTOR. INSTALACIÓN.....	11
4.7.5 APARATOS DE CALDEO. INSTALACIÓN.....	12
4.8 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES...12	
4.8.1 PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	12
4.8.1.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.....	12
4.8.1.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS.....	12
4.8.2 SITUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	13
4.8.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	13
4.9 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.....13	
4.9.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....	13



4.9.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....	14
4.9.3 PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS Y DISPOSITIVOS DE CORTE POR INTENSIDAD DE DEFECTO.....	15
4.10 ALUMBRADOS ESPECIALES.....	16
4.10.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	16
4.10.2 ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN.....	16
4.10.3 LOCALES QUE DEBERÁN SER PROVISTOS DE ALUMBRADOS ESPECIALES.....	16
4.10.4 FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA.....	17
4.10.5 INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS.....	17
4.11 LOCAL.....	17
4.11.1 PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL.....	17
4.12 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA.....	19
4.13 PUESTAS A TIERRA.....	19
4.13.1 OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA.....	19
4.13.2 DEFINICIÓN.....	19
4.13.3 PARTES QUE COMPRENDE LA PUESTA.....	19
4.13.4 ELECTRODOS, NATURALEZA, CONSTITUCIÓN, DIMENSIONES Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN.....	21
4.13.5 RESISTENCIA DE TIERRA.....	21
4.13.6 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LAS LÍNEAS DE ENLACE CON TIERRA, DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA Y DE SUS DERIVACIONES.....	22
4.13.7 SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS, DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	23
4.13.8 REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA.....	24



4.1 OBJETO

El objeto de este pliego de condiciones es, establecer las exigencias que deben satisfacer los materiales, el montaje y la realización de la obra de la instalación eléctrica de baja tensión y el centro de transformación de una nave industrial dedicada a almacén, distribución y montaje de producto electrónico.

La nave está situada en la parcela 953 del polígono 12, perteneciente al municipio de Oricáin, en el Polígono Industrial de Ezcabarte. La nave se halla ubicada en el número 4 de la calle T de dicho polígono industrial.

4.2 CONDICIONES GENERALES

4.2.1 NORMAS GENERALES

Todas las instalaciones que se realicen en el desarrollo del presente proyecto, deberán cumplir lo preceptuado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como la reglamentación complementaria, deberán cumplir el Reglamento Electrotécnico para Centros de Transformación de Iberdrola.

4.2.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Se aplicará todo lo expuesto en el presente pliego de condiciones en las obras de suministro y colocación de todas y cada una de las piezas o unidades de obra necesarias para efectuar debidamente la instalación eléctrica de la nave industrial anteriormente descrita.

4.2.3 CONFORMIDAD O VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES

Se aplicarán estas condiciones para todas las obras incluidas en el apartado anterior, entendiéndose que el contratista, conoce estos pliegos, no admitiéndose otras modificaciones más que aquellas que pudiera introducir el autor del proyecto.

4.2.4 RESCISIÓN

Si la ejecución de las obras no fuera efectuada, o si el material presentado no reuniese las condiciones necesarias, se podrá proceder a la rescisión del contrato con pérdida de la fianza.

En este caso se fijará un plazo para tomar las medidas cuya paralización pudiera perjudicar las obras sin que durante este plazo se empiecen más trabajos. No se abandonarán los acopios que se hubieran efectuado.



4.2.5 CONDICIONES GENERALES

El contratista deberá cumplir cuantas disposiciones vigentes hubiera de carácter social y de protección a la empresa nacional.

4.3 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

4.3.1 DATOS DE OBRA

Se entregará al contratista una copia de los planos, memoria y pliegos de condiciones, así como cuantos planos o datos necesite la completa ejecución de la obra.

El contratista podrá tomar nota o sacar copia, a su costa, del presupuesto y anexos del proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

4.3.2 OBRAS QUE COMPRENDE

Las obras se ejecutan conforme al proyecto, a las condiciones contenidas en este pliego de condiciones y el particular, si lo hubiera, y de acuerdo con las normas de la empresa suministradora.

El contratista, salvo aprobación por escrito del director de obra, no podrá hacer ninguna modificación de cualquier naturaleza, tanto en la ejecución de las obras en relación con el proyecto, como en las condiciones técnicas específicas.

Las obras que comprende este proyecto, abarcan el suministro e instalación de los materiales precisos para efectuar la instalación eléctrica de la nave industrial, considerando nave industrial a las oficinas, almacenes, nave propiamente dicha, locales no nombrados que se encuentren dentro de la propiedad, así como el centro de transformación.

Las labores comprendidas son las siguientes.

- a) Los transportes necesarios, tanto para la traída de materiales, como para el envío de estos fuera de la zona.
- b) Suministros de todo material necesario para las instalaciones.
- c) Ejecución de los trabajos necesarios para la instalación de todo lo reseñado:
 - Colocación de luminarias.
 - Colocación de cableado.
 - Instalación de las protecciones eléctricas.
 - Colocación de bandejas y tubos protectores para cableado.
 - Ejecución del centro de transformación.



4.3.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO

No se consideran como mejoras o variaciones del proyecto nada más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente, por escrito, por el director de obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrá ejecutarse con personal independiente del contratista.

4.3.4 PERSONAL

El contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo la excepción del apartado anterior. Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al trabajo propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo. El contratista deberá tener al frente de los trabajadores un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra.

El contratista deberá emplear en sus trabajos el número de operarios que sean necesarios para llevarlo a cabo con la conveniente rapidez, así como organizar el número de brigadas que se le indiquen, para trabajar en varios puntos a la vez.

El contratista tendrá al frente de los trabajadores personal idóneo, el cual deberá atender cuantas órdenes procedan de la dirección técnica de las obras, estando a la expectativa, con objeto de que se lleven con el orden debido.

4.3.5 CONDICIONES DE PAGO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas, completamente terminadas, a los precios indicados en el presupuesto, y aplicándoles el coeficiente de subasta si lo hubiere.

Si alguna obra no se halla debidamente ejecutada, con sujeción estricta a las condiciones del contrato y fuese, sin embargo, admitida, podrá ser recibida provisional y aun definitivamente, en su caso; pero el contratista quedará obligado a conformarse con la rebaja que el director de obra señale y la propiedad apruebe, salvo en el caso que prefiera demolerla y rehacer a su costa, con arreglo a las condiciones del contrato.

No tendrá derecho el contratista a abono de obras ejecutadas sin orden concreta de la propiedad o del director de obra. Las obras accesorias y auxiliares ordenadas al contratista, se abonarán a precios de la contrata, si le son aceptables, con la rebaja correspondiente o la bonificación hecha en subasta. Si contienen materiales o unidades de obra no previstas en el proyecto, y que por tanto, no tiene precio señalado en el presupuesto, se determinará previamente el correspondiente precio contradictorio entre la propiedad y el contratista. Si se ejecutan las obras sin haberse cumplido este requisito previo, deberá conformarse con la tasación que realiza el director de obra.



Cuando la propiedad o el director de obra presumiese la existencia de vicios o defectos de construcción, sea en el curso de ejecución de obra o antes de su recepción definitiva, podrán ordenar la demolición y reconstrucción en la parte o extensión necesaria. Los gastos de estas operaciones serán de cuenta del contratista, cuando se confirmen los vicios o defectos supuestos.

4.4 CONDICIONES PARTICULARES

4.4.1 DISPOSICIONES APLICABLES

Además de las disposiciones contenidas en este pliego de condiciones, serán de aplicación en todas las instalaciones lo siguiente:

- Todas las disposiciones generales vigentes para la contratación de obras públicas.
- Normas UNE del instituto de normalización Española y aplicándose ante la no existencia de dicha normativa, las especificaciones recogidas en las Normas internacionales ISO; CIE; CEI o en su defecto las DIN; UTE o rango equivalente.
- Normas de la compañía suministradora de energía.

4.4.2 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO

Lo mencionado en la memoria y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos; en caso de contradicción entre planos y la memoria, prevalecerá lo prescrito en esta última.

Las omisiones en los planos o las descripciones erróneas de los detalles de la obra en este pliego de condiciones, no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra, omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si estuviesen correctamente especificados en los planos y en este pliego de condiciones.

4.4.3 PROTOTIPOS

Antes de comenzar la obra, el adjudicatario podrá someter a la aprobación de la Dirección de Obras un prototipo de alguno de los materiales de los que consta el proyecto, con los cuales podrá realizar los ensayos que estime oportunos.

Tanto los materiales como el importe de los ensayos, serán por cuenta del adjudicatario.



4.5 NORMATIVA GENERAL

a) Se calificará como instalación eléctrica de baja tensión todo conjunto de aparatos y circuitos asociados en previsión de un fin particular.

Producción, conservación, transformación, transmisión distribución o utilización de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o inferiores a 1000 V para corriente alterna.

b) Los materiales, aparatos y receptores utilizados en las instalaciones eléctricas de baja tensión cumplirán en lo que se refiere a condiciones de seguridad técnica, dimensiones y calidad, lo determinado en el reglamento.

c) Si en la instalación eléctrica están integrados circuitos en los que las tensiones empleadas son superiores al límite establecido para baja tensión se deberá cumplir en ellos las prescripciones del reglamento de alta tensión.

Nota: en virtud de este artículo se detallará la normativa a cerca del transformador en un capítulo específico del presente pliego.

d) Cuando se construya un local, edificio, o agrupación de estos, cuya previsión de carga exceda de 50 KVA, o cuando la demanda de un nuevo suministro sea superior a esta cifra, la propiedad del inmueble deberá reservar un local destinado al montaje de la instalación de un centro de transformación, cuya disposición en el edificio corresponda a las características de la red de suministro aérea o subterránea, tenga las dimensiones necesarias para el montaje de los equipos y aparatos requeridos para dar suministro de energía previsible. El local, que debe ser de fácil acceso, se destinará exclusivamente a la finalidad prevista y no podrá utilizarse como depósito de materiales, ni de piezas o elementos de recambio.

e) Corresponde al Ministerio de Industria, con arreglo a la ley de 24 de noviembre de 1939, la ordenación e inspección de la generación, transformación, distribución y aplicación de la energía eléctrica.

f) Las delegaciones provinciales del Ministerio de Industria, autorizarán el enganche y funcionamiento de las instalaciones eléctricas de baja tensión. Según su importancia, sus fines o la peligrosidad de sus características o de su situación, las delegaciones exigirán la presentación de un proyecto de la instalación, suscrito por un técnico competente, antes de iniciarse el montaje de la misma. En todo caso, y para autorizar cualquier instalación, la delegación deberá recibir y conformar el boletín extendido por el instalador autorizado que realiza el montaje, así como un acta de las pruebas realizadas por la compañía suministradora en la forma en que se establece en las instrucciones complementarias.



4.6 CONDUCTORES

4.6.1 MATERIALES

Los conductores utilizados en las redes aéreas serán de cobre, aluminio o de otros materiales o aleaciones que posean características eléctricas y mecánicas adecuadas. Pueden ser desnudos o aislados. Los conductores aislados serán de tensión nominal no inferior a 100 V. Y tendrán un aislamiento apropiado que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie. Podrán utilizarse conductores de menor tensión nominal siempre que cumplan las condiciones de instalación señaladas para los mismos en la instrucción ITC BT 03.

Los aisladores serán de porcelana, vidrio o de otros materiales aislantes equivalentes que resistan las acciones de la intemperie, especialmente las variaciones de temperatura y la corrosión, debiendo ofrecer una resistencia suficiente a los esfuerzos mecánicos a que estén sometidos.

4.6.2 REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. CÁLCULO MECÁNICO Y EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

4.6.2.1 INSTALACIONES DE CONDUCTORES AISLADOS

Cuando se trate de conductores de tensión nominal inferior a 1000 V:

- a) Sobre aisladores de 1000 voltios de tensión nominal.
- b) Bajo envueltas aislantes resistentes a la intemperie que proporcionen un aislamiento con relación a tierra equivalente a 1000 voltios de tensión nominal.

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán cuidadosamente, de modo que en ellos la elevación de temperatura no sea superior a la de los conductores.

Se utilizarán piezas metálicas apropiadas resistentes a la corrosión, que aseguren un contacto eléctrico eficaz. En los conductores sometidos a tracción mecánica, los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor, el 90 % de su carga de rotura, no siendo admisible en estos empalmes su realización por soldadura o por torsión directa de los conductores, aunque este último sistema puede utilizarse cuando estos sean de cobre y su sección no superior a 100 mm².

En los empalmes y conexiones de conductores aislados o de estos con conductores desnudos se utilizarán accesorios adecuados resistentes a las acciones de la intemperie y se colocarán de forma que evite la filtración de humedad en los conductores aislados.

Las derivaciones se harán en las proximidades inmediatas de los soportes de línea (aisladores, cajas de derivación, etc) y no originarán tracción mecánica sobre la misma.



4.6.2.2 SECCIÓN MÍNIMA DEL CONDUCTOR NEUTRO

El conductor neutro tendrá, como mínimo, la sección que a continuación se especifica:

- a) En distribución monofásica o de corriente continua:
 - A dos hilos: igual a la del conductor de fase o polar.
 - A tres hilos: hasta 16 mm² de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones entre 16 y 35 mm² será de 16 mm²; para secciones superiores a 35 mm² la mitad de la sección de los conductores de fase.
- b) En distribuciones trifásicas:
 - A cuatro hilos (tres fases y neutro): hasta 16 mm² de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones entre 16 y 35 mm² será de 16 mm²; para secciones superiores a 35 mm² la mitad de la sección de los conductores de fase.

4.6.2.3 CONTINUIDAD DEL CONDUCTOR NEUTRO

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por alguno de los dispositivos siguientes.

- a) Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten estas antes que el neutro.
- b) Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señaladas y que sólo pueden ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas estas sin haberlo sido el neutro previamente.

4.6.3 SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES. CAÍDAS DE TENSIÓN

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor de 3% de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado y del 5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente.



4.7 RECEPTORES

4.7.1 CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Los receptores que se instalen tendrán que cumplir los requisitos de correcta utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento.

Soportarán la influencia de agentes exteriores a que estén sometidos en servicio: polvo, humedad, gases, etc.

Los circuitos que formen parte de los receptores salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobreintensidades siendo de aplicación para ello lo dispuesto en la instrucción ITC BT 22. Se adoptarán las características intensidad – tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

4.7.2 CONEXIONES DE RECEPTORES

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación de alimentación. Para este accionamiento se utilizará alguno de los dispositivos indicados en la instrucción ITC BT 43.

Se admitirá, cuando prescripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecta a un conjunto de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectuara por intermedio de un conductor movable, este incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

En cualquier caso, los conductores en la entrada al aparato estarán protegidos contra riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materiales aislantes. No se permitirá anudar los conductores o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán longitud tal que, en caso de fallar el dispositivo impeditivo de tracción, queden únicamente sometidos hasta después que la hayan soportado los conductores de alimentación.



En los receptores que produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar a su conductor de alimentación alcanzan más de 85 grados centígrados de temperatura, la envolvente exterior del conductor no será de materia termoplástica.

La conexión de conductores móviles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Tomas de corriente.
- Cajas de conexión.
- Trole para el caso de vehículos a tracción eléctrica o aparatos móviles.

4.7.3 RECEPTORES DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN

Se prohíbe terminantemente colgar las armaduras de las lámparas utilizando para ello los conductores que llevan la corriente a las mismas. Las armaduras irán firmemente enganchadas a los techos mediante tirafondos atornillados o sistema similar. Si se emplea otro sistema de suspensión, este deberá ser firme y estar aislado totalmente de la armadura.

En caso de lámpara fluorescente se utilizarán modelos iguales o similares a los presentados en la memoria, siendo la única condición que lleven una corrección del factor de potencia de por lo menos hasta 0,9.

Para la instalación de lámparas suspendidas en el exterior, se seguirá lo dispuesto a la instrucción ITC BT 09 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

4.7.4 RECEPTORES A MOTOR. INSTALACIÓN

Los motores se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. No estarán nunca en contacto con materiales fácilmente combustibles, guardando las siguientes distancias de seguridad:

- 0,5 metros si la potencia del motor es igual o menor a 1 KW.
- 1 metro si la potencia nominal es superior a 1 KW.

Todos los motores de potencia superior a 0,25 CV, y todos los situados en los locales con riesgo de incendio o explosión, tendrán su instalación propia de protección. Esta constará de por lo menos un juego de fusibles cortacircuitos de acuerdo con las características del motor.

También se dotará al motor de un sistema de protección contra la falta de tensión mediante un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del reestablecimiento de la tensión, pueda provocar accidente o perjudicar a este.



4.7.5 APARATOS DE CALDEO. INSTALACIÓN

Los aparatos de caldeo se instalarán de manera que no puedan inflamar las materias combustibles circundantes, aun en caso de empleo negligente o defectos previsibles de los mismos.

Los aparatos de caldeo industrial que estén destinados a estar en contacto con materias combustibles o inflamables y que en su uso normal no estén bajo la vigilancia de un operario, estarán provistos de un limitador de temperatura que interrumpa o reduzca el caldeo antes de alcanzar una temperatura peligrosa.

Los aparatos de caldeo por aire caliente estarán constituidos de manera que su elemento de caldeo sólo pueda ponerse en servicio después de hacerlo el ventilador correspondiente y cese aquel cuando el ventilador deje de funcionar. Los aparatos fijos, llevarán además, dos limitadores de temperatura, independientes entre sí, que impidan una elevación excesiva de ésta en los conductos de aire.

4.8 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES

4.8.1 PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

4.8.1.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de las sobreintensidades.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

4.8.1.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS

El límite de intensidad admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por un interruptor automático que corte únicamente los



conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

4.8.2 SITUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Todos los dispositivos de protección se instalarán en los diferentes cuadros instalados en la nave. Estos dispositivos protegerán tanto a las instalaciones como a las personas contra sobrecargas y cortocircuitos.

Se instalarán a tal interruptores automáticos, diferenciales y fusibles.

4.8.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentado el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.

Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo.

Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger en su funcionamiento a las curvas intensidad – tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

Los interruptores automáticos, llevarán marcada su intensidad y tensión nominales, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

4.9 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

4.9.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS



Para considerar satisfactoria la protección contra los contactos directos se tomará una de las siguientes medidas:

- a) Alejamiento de las partes activas de la instalación del lugar donde circulen las personas habitualmente con un mínimo de 2,5 metros hacia arriba, 1 metros abajo y 1 metro lateralmente.
- b) Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos deben estar fijados de forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función.
- c) Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 mA.

4.9.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc., que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Para instalaciones con tensiones superiores a 250 V con relación a tierra es necesario establecer sistemas de protección, cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, etc.

Las medidas de protección contra contactos indirectos pueden ser de las clases siguientes:

Clase A:

Se basa en los siguientes sistemas:

- Separación de circuitos.
- Empleo de pequeñas tensiones.
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección; inaccesibilidad simultáneamente de elementos conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.
- Conexiones equipotenciales.



Clase B:

Se basa en los siguientes sistemas:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

La aplicación de los sistemas de protección de la clase A no es generalmente posible, sin embargo se puede aplicar de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de la instalación.

4.9.3 PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS Y DISPOSITIVOS DE CORTE POR INTENSIDAD DE DEFECTO

Este sistema de protección consiste en la puesta a tierra de las masas, asociada a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto que origine la desconexión de la instalación defectuosa. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

En instalaciones con el punto neutro unido directamente a tierra (como es el caso):

- La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz a:
 - 24 voltios en locales conductores.
 - 50 voltios en los demás casos.
- Todas las masas de una instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Se utilizarán como dispositivos de corte automático sensibles a la corriente de defecto interruptores diferenciales. Los diferenciales provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor determinado.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir del cual el interruptor diferencial abre automáticamente, en su tiempo conveniente la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.



4.10 ALUMBRADOS ESPECIALES

4.10.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

Este alumbrado se instalará en las salidas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Si hay un cuadro principal de distribución, en el local donde este se instale, así como sus accesos, estarán provistos de alumbrado de emergencia.

Deberá entrar en funcionamiento al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de estos baje a menos del 70% de su tensión nominal.

4.10.2 ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN

Es el que se instala para funcionar de modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezcan con público. Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normal, complementario o procedente de fuente propia de energía eléctrica.

Deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización, falle o su tensión baje a menos del 70 % de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización pasará automáticamente al segundo suministro.

Cuando los locales o dependencias que deban eliminarse con este alumbrado, coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz ambos alumbrados podrán ser los mismos.

4.10.3 LOCALES QUE DEBERÁN SER PROVISTOS DE ALUMBRADOS ESPECIALES

- a) Con alumbrado de emergencia:



Todos los locales de reunión que puedan albergar a 300 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios.

b) Con alumbrado de señalización:

Estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

4.10.4 FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA

La fuente propia de energía estará constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos o grupos electrógenos; la puesta en funcionamiento de unos y otros se producirá al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la empresa o empresas distribuidoras de la energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70 % de su valor nominal.

La fuente propia de energía en ningún caso podrá estar constituida por baterías de pilas.

La capacidad mínima de esta fuente propia de energía será como norma general, la precisa para proveer al alumbrado de emergencia en las condiciones señaladas en el apartado 2.1 de esta instrucción.

4.10.5 INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales estarán protegidos por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en el local existen varios puntos de luz estos deberán ser alimentados por, al menos, dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

4.11 LOCAL

4.11.1 PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL

Las instalaciones en los locales a los que afecten las presentes prescripciones cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan, así como para determinados locales, las complementarias que más adelante se fijan.

a) Será necesario disponer de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente, o



igualmente en el caso en que existan varios locales o viviendas en el mismo edificio y la potencia instalada en el local de pública concurrencia los justifique.

b) El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocará junto o sobre él, el dispositivo de mando y protección preceptivo, según la instrucción ITC BT 16. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará, de todas formas, en dicho punto, un dispositivo de mando y protección.

Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman más de 15 A se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

c) El cuadro general de distribución, e igualmente los cuadros secundarios, se instalarán en locales o recintos a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico, por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras de fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica y siempre antes del cuadro general.

d) En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores de los cuadros se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenezcan.

e) Las canalizaciones estarán constituidas por:

- Conductores aisladores, de tensión nominal de aislamiento no inferior a 750 V, colocados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de llama, preferentemente empotrados, en especial en las zonas accesibles al público.
- Conductores aislados, de tensión nominal de aislamiento no inferior a 750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción, totalmente contruidos en materiales incombustibles.
- Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1000 V, armados colocados directamente sobre las paredes.

f) Se adoptarán las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.



4.12 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 0,90 deberán ser compensadas, sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

La compensación del factor de potencia podrá hacerse por una de las dos formas siguientes:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen por medio de un solo interruptor; es decir funcionen simultáneamente.
- Para la totalidad de la instalación. En este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea superior de un 10 % del valor medio obtenido en un prolongado periodo de funcionamiento.

Cuando se instalen condensadores y la conexión de estos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, estarán provistos aquellos de resistencias o reactancias de descarga a tierra.

4.13 PUESTAS A TIERRA

4.13.1 OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen con el objetivo principal de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

4.13.2 DEFINICIÓN

La denominación “puesta a tierra”, comprende toda ligazón metálica directa, sin fusibles ni protección alguna de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que el conjunto de instalaciones, no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falta o de descarga de origen atmosférico.

4.13.3 PARTES QUE COMPRENDE LA PUESTA

- a) Toma de tierra:

Las tomas de tierra están constituidas por los elementos siguientes:



- Electrodo: es una masa metálica, permanente en contacto con el terreno, para facilitar el paso a este de las corrientes de defectos que puedan presentarse o la carga eléctrica que tenga o pueda tener.
- Línea de enlace con tierra: está formada por los conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos con el punto de puesta a tierra.
- Punto de puesta a tierra: es un punto situado fuera del suelo que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.

Las instalaciones que lo precisen dispondrán de un número suficiente de puntos de puesta a tierra, convenientemente distribuidos, que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos.

El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra, de forma que pueda, mediante útiles apropiados separarse estas, con el fin de poder realizar la medida de resistencia a tierra.

b) Líneas principales de tierra:

Estarán formadas por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas generalmente a través de los conductores de protección.

c) Derivaciones de las líneas principales de tierra:

Estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

d) Conductores de protección:

Sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas a la línea principal de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección aquellos que tienen las masas:

- Al neutro de la red.
- A otras masas.
- A elementos metálicos distintos de las masas.
- A un relé de protección.



Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos, cualquiera que sean estos. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuara por derivaciones desde este.

Se considera independiente una toma de tierra respecto a otra cuando una de las tomas a tierra no alcance, respecto de un punto a potencial cero, una tensión superior a 50V cuando la otra toma disipa la máxima corriente de tierra prevista.

4.13.4 ELECTRODOS, NATURALEZA, CONSTITUCIÓN, DIMENSIONES Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN

Los electrodos pueden ser artificiales o naturales. Se entiende por electrodos artificiales los establecidos con el exclusivo objetivo de obtener la puesta a tierra, y por electrodos naturales las masas metálicas que puedan existir enterradas.

Para las puestas a tierra se emplearán principalmente electrodos artificiales. No obstante, los electrodos naturales que existieran en la zona de una instalación y que presenten y aseguren un buen contacto permanente con el terreno puedan utilizarse bien solos o conjuntamente con otros electrodos artificiales. En general, se puede prescindir de estos cuando su instalación presente requisitos anteriormente señalados, con sección suficiente y la resistencia de tierra que se obtenga con los mismos presente un valor adecuado.

a) Picas verticales:

Las picas verticales podrán estar constituidas por:

- Tubos de acero galvanizado de 25 mm. de diámetro exterior, como mínimo.
- Perfiles de acero dulce galvanizado de 60 mm. de lado, como mínimo.
- Barras de cobre o de acero de 14 mm. de diámetro, como mínimo; las barras de acero tienen que estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado.

Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2 metros si son necesarias dos picas conectadas en paralelo con el fin de conseguir una resistencia de tierra admisible, la separación entre ellas es recomendable que sea igual, al menos a la longitud enterrada de las mismas; si son necesarias varias picas conectadas en paralelo, la separación entre ellas deberá ser mayor que en el caso anterior.

4.13.5 RESISTENCIA DE TIERRA

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella en cada caso.



Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a :

24 V en local o emplazamiento conductor.

50 V en los demás casos.

La resistencia de tierra de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno y varía también con la profundidad.

Bien entendido que los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor muy apropiado de la resistencia de tierra del electrodo.

4.13.6 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LAS LÍNEAS DE ENLACE CON TIERRA, DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA Y DE SUS DERIVACIONES

Los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección debe ser ampliamente dimensionada de tal forma que cumpla las condiciones siguientes:

a) La máxima corriente de falta que pueda producirse en cualquier punto de la instalación no debe originar en el conductor una temperatura cercana a la de fusión, ni poner en peligro los empalmes o conexiones en el tiempo máximo previsible de la duración de la falta, el cual sólo podrá ser considerado como menor de dos segundos en los casos justificados por las características de los dispositivos de corte utilizados.

b) De cualquier forma los conductores no podrán ser, en ningún caso, de menos de 16 mm² de sección para las líneas principales de tierra ni de 35 mm² para las líneas de enlace con tierra, si son de cobre. Para otros metales o combinaciones de ellos, la sección mínima será aquella que tenga la misma conductancia que un cable de cobre de 16 mm² o 35 mm², según el caso.

Para las derivaciones de las líneas principales de tierra, las secciones mínimas serán las que se indican en la instrucción ITC BT 18 para los conductores de protección.

Los conductores de enlace con tierra desnudos enterrados en el suelo se considerará que forman parte del electrodo.

Si en una instalación existen tomas de tierra independientes, se mantendrá entre los conductores de tierra un aislamiento apropiado a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos electrodos en caso de falta.



El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste mecánico. Además los conductores de protección cumplirán con lo establecido en la instrucción ITC BT 18.

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masa que se desean poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos se dispone que las conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y con los electrodos se efectúen con todo cuidado por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicas las conexiones efectuadas. A este fin, y procurando siempre que la resistencia de los contactos no sea elevada, se protegerán estos de forma adecuada con envolveres o pastas, si ello se estimase conveniente.

Se prohíbe intercalar en los circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer de un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma a tierra.

4.13.7 SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS, DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masas, no estarán unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación. Si no se hace el control mediante la medida efectuada entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas del centro de transformación, se considera que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

a) No existe canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalizaciones de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.

b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra de otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos de 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada ($100 \text{ Ohm} \cdot \text{m}$). Cuando el terreno sea mal conductor esta distancia será aumentada.



c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización, o bien si está contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal forma que sus elementos metálicos no estén unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

4.13.8 REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, cualquier instalación de toma de tierra deberá ser obligatoriamente comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación para el funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará esta comprobación anualmente en la época en que el terreno esté mas seco. Para ello se medirá la resistencia de tierra, reparando inmediatamente los defectos que se encuentren. En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, estos, así como también los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

Pamplona, Septiembre de 2012

Roberto Muñoz Explandiu



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PRESUPUESTO

Roberto Muñoz Exlandiu

Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, Septiembre de 2012



PRESUPUESTO

Índice:

5.1 CAPITULO I: ACOMETIDA.....	2
5.1.1 ACOMETIDA BAJA TENSIÓN.....	2
5.1.2 ACOMETIDA CON CENTRO TRANSFORMACIÓN.....	2
5.2 CAPITULO II: PROTECCIONES.....	3
5.2.1 CUADRO GENERAL.....	3
5.2.2 CUADRO AUXILIAR 1. ZONA MONTAJE.....	4
5.2.3 CUADRO AUXILIAR 2. ZONA SOBREPISO.....	5
5.2.4 RESUMEN: PROTECCIONES.....	6
5.3 CAPITULO III: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES.....	6
5.3.1 CONDUCTORES.....	6
5.3.2 TUBOS Y CANALIZACIONES.....	6
5.3.3 RESUMEN: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES.....	7
5.4 CAPITULO IV: ALUMBRADO.....	7
5.4.1 ALUMBRADO INTERIOR.....	7
5.4.2 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	7
5.4.3 RESUMEN: ALUMBRADO.....	7
5.5 CAPITULO V: PUESTA A TIERRA.....	8
5.5.1 PUESTA A TIERRA.....	8
5.6 CAPITULO VI: TOMAS Y ELEMENTOS VARIOS.....	8
5.6.1 TOMAS Y ELEMENTOS VARIOS.....	8
5.7 CAPITULO VII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	8
5.7.1 OBRA CIVIL.....	8
5.7.2 TRANSFORMADOR.....	9
5.7.3 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.....	9
5.7.4 EQUIPO DE BAJA TENSIÓN.....	10
5.7.5 PUESTA A TIERRA DEL CENTRO.....	11
5.7.6 VARIOS.....	12
5.7.7 RESUMEN: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	13
5.8 CAPITULO VIII: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	13
5.8.1 SEGURIDAD Y SALUD.....	13
5.9 RESUMEN PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN.....	15
5.9.1 RESUMEN PRESUPUESTO SIN CENTRO TRANSFORMACIÓN.....	15
5.9.2 RESUMEN PRESUPUESTO CON CENTRO TRANSFORMACIÓN.....	16



5.1 CAPITULO I: ACOMETIDA

5.1.1 ACOMETIDA BAJA TENSIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
Conjunto individual de exterior para contadores electronicos o de simple tarifa. Suministro trifasico hasta 198 KW con protección. (Uriarte ref. UR-CPMT300E-B). Incluido material para instalación.	1	1318,51	1318,51
Mano de obra y material para instalación	4	23	92
		TOTAL	1410,51

5.1.2 ACOMETIDA CON CENTRO TRANSFORMACIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
Mts. De conductor de Cobre RV-K de 70 mm.	30	28,15	844,5
Mts. De conductor de Cobre RV-K de 35 mm.	10	13,83	138,3
Mano de obra y material instalación	8	23	184
		TOTAL	1166,8



5.2 CAPITULO II: PROTECCIONES

5.2.1 CUADRO GENERAL

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
Interruptor automático magnetotérmico modular para cabecera de grupo multi9. Compact NG160E 4P 160A 16KA (ref. Schneider 28610)	1	590,51	590,51
Bloque Vigí adaptable superinmunizado para Automaticos NG160 4P, calibre 160A, sensibilidad ajustable entre 30mA y 3A, retardo ajustable 0-60-150ms	1	623,56	623,56
Interruptor automático magnetotérmico iC60H 4P 63A 10KA Curva D (ref. Schneider A9F85463)	2	401,17	802,34
Interruptor automático magnetotérmico iC60H 2P 6A 10KA Curva C (ref. Schneider A9F89206)	1	72,83	72,83
Interruptor automático magnetotérmico iC60H 2P 10A 10KA Curva C (ref. Schneider A9F89210)	2	66,63	133,26
Interruptor automático magnetotérmico iC60H 2P 16A 10KA Curva C (ref. Schneider A9F89216)	4	67,96	271,84
Interruptor diferencial 2P 25A 30mA (ref. Schneider A9R60225)	3	66,21	198,63
Interruptor diferencial 2P 40A 30mA (ref. Schneider A9R60240)	1	67,26	67,26
Armario Prisma Plus Sistema G de Schneider de 630mm de altura y 600 mm de anchura.	1	490,14	490,14
Mano de obra	8	23	184
		TOTAL	3434,37



5.2.2 CUADRO AUXILIAR 1. ZONA DE MONTAJE

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
Interruptor de corte en carga INS63 de 63A (ref. Schneider 28903)	1	114,93	114,93
Interruptor automático magnetotérmico iC60N 2P 6A 6KA Curva C (ref. Schneider A9F79206)	1	63,83	63,83
Interruptor automático magnetotérmico iC60N 2P 10A 6KA Curva C (ref. Schneider A9F79210)	1	58,2	58,2
Interruptor automático magnetotérmico iC60N 2P 16A 6KA Curva C (ref. Schneider A9F79216)	2	59,25	118,5
Interruptor automático magnetotérmico iC60N 2P 25A 6KA Curva C (ref. Schneider A9F79225)	2	62,23	124,46
Interruptor automático magnetotérmico iC60N 4P 50A 6KA Curva D (ref. Schneider A9F75450)	1	399,64	399,64
Interruptor diferencial 2P 25A 30mA (ref. Schneider A9R60225)	5	66,21	331,05
Interruptor diferencial 4P 63A 300mA (ref. Schneider A9R84463)	1	320,84	320,84
Cofre metálico de superficie de 48 módulos con puerta plena de Schneider modelo Pragma 24	1	262,66	262,66
Mano de obra	8	23	184
		TOTAL	1978,11



5.2.3 CUADRO AUXILIAR 2. ZONA SOBREPISO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
Interruptor de corte en carga INS63 de 63A (ref. Schneider 28903)	1	114,93	114,93
Interruptor automático magnetotérmico iC60N 2P 6A 6KA Curva C (ref. Schneider A9F79206)	1	63,83	63,83
Interruptor automático magnetotérmico iC60N 2P 10A 6KA Curva C (ref. Schneider A9F79210)	2	58,2	116,4
Interruptor automático magnetotérmico iC60N 2P 16A 6KA Curva C (ref. Schneider A9F79216)	4	59,25	237
Interruptor automático magnetotérmico iC60N 2P 20A 6KA Curva C (ref. Schneider A9F79220)	1	61,15	61,15
Interruptor automático magnetotérmico iC60N 4P 50A 6KA Curva D (ref. Schneider A9F75450)	1	399,64	399,64
Interruptor diferencial 2P 25A 30mA (ref. Schneider A9R60225)	5	66,21	331,05
Interruptor diferencial 4P 63A 300mA (ref. Schneider A9R84463)	1	320,84	320,84
Cofre metálico de superficie de 48 módulos con puerta plena de Schneider modelo Pragma 24	1	262,66	262,66
Mano de obra	8	23	184
		TOTAL	2091,5



5.2.4 RESUMEN: PROTECCIONES

PRESUPUESTO TOTAL CAPITULO II	IMPORTE (Euros)
CUADRO GENERAL	3434,37
CUADRO AUXILIAR 1. MONTAJE	1978,11
CUADRO AUXILIAR 2. SOBREPISO	2091,5
TOTAL	7503,98

5.3 CAPITULO III: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES

5.3.1 CONDUCTORES

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
Mts. Cable de cobre RV-K 0,6/1KV de 1,5 mm ²	144	0,879	126,576
Mts. Cable de cobre RV-K 0,6/1KV de 2,5 mm ²	254	1,318	334,772
Mts. Cable de cobre RV-K 0,6/1KV de 4 mm ²	137	1,854	253,998
Mts. Cable de cobre RV-K 0,6/1KV de 6 mm ²	122	2,63	320,86
Mts. Cable de cobre RV-K 0,6/1KV de 10 mm ²	170	4,2	714
Mts. Cable de cobre RV-K 0,6/1KV de 25 mm ²	150	9,994	1499,1
		TOTAL	3249,306

5.3.2 TUBOS Y CANALIZACIONES

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
Mts. Tubo corrugado PVC flexible M16 (Gaestopas ref. 900.1600.0)	100	0,2	20
Mts. Tubo corrugado PVC flexible M25 (Gaestopas ref. 900.2500.0)	100	0,32	32
Mts. Tubo rígido PVC enchufable M25 (EMAPLAST)	102	1,31	133,62
Mts. Bandeja rejilla 200x60 (Pemsa Rejiband ref. 60212200)	45	13,02	585,9
Mano de obra y material para instalación	12	23	276
		TOTAL	1047,52



5.3.3 RESUMEN: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES.

PRESUPUESTO TOTAL CAPITULO III	IMPORTE (EUROS)
CONDUCTORES	3249,31
TUBOS Y CANALIZACIONES	1047,52
TOTAL	4296,83

5.4 CAPITULO IV: ALUMBRADO

5.4.1 ALUMBRADO INTERIOR

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HFP C3	17	98	1666
PHILIPS HPK080 1xSON400W R GC	2	208	416
PHILIPS TMS028 2xTL-D58W HFP	23	96	2208
PHILIPS FBS261 1xPL-C/2P18W C	2	155	310
Mano de obra y material para instalación	16	23	368
TOTAL			4968

5.4.2 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
NORMALUX DUNNA D-30	2	19,82	39,64
NORMALUX DUNNA D-60	3	28,44	85,32
NORMALUX DUNNA D-150	3	36,61	109,83
NORMALUX DUNNA D-300	6	50,01	300,06
Mano de obra y material para instalación	8	23	184
TOTAL			718,85

5.4.3 RESUMEN: ALUMBRADO

PRESUPUESTO TOTAL CAPITULO IV	IMPORTE (EUROS)
ALUMBRADO INTERIOR	4968
ALUMBRADO DE EMERGENCIA	718,85
TOTAL	5686,85



5.5 CAPITULO V: PUESTA A TIERRA

5.5.1 PUESTA A TIERRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
Pica de tierra de 2 metros de longitud de acero-cobre. Incluido soldadura aluminotérmica CADWEL a la red de tierra.	4	12,32	49,28
Arqueta de registro de instalación de tierra con tapa de registro URIARTE TR-230	4	28,44	113,76
Mts. Conductor desnudo de cobre de 50mm ²	69	6,15	424,35
Caja de seccionamiento de tierra URIARTE CCST-50 con pletina de seccionamiento y bornes de conexión.	1	50,01	50,01
Mano de obra y material para instalación	8	23	184
		TOTAL	821,4

5.6 CAPITULO VI: TOMAS Y ELEMENTOS VARIOS

5.6.1 TOMAS Y ELEMENTOS VARIOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
Toma de corriente de superficie 16A 2P+T(Legrand ref.090341)	7	10,26	71,82
Toma de corriente empotrar 16A 2P+T (Legrand ref. 086727)	28	14,59	408,52
Interruptor conmutador de superficie (Legrand ref.090305)	4	7,76	31,04
Interruptor conmutador empotrar (Legrand ref. 086720)	16	12,99	207,84
Caja con 6 tomas 16A 2P+T (Legrand Mosaic)	4	32,43	129,72
Mano de obra y material para instalación	8	23	184
		TOTAL	1032,94

5.7 CAPÍTULO VII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.7.1 OBRA CIVIL

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-4/20, de dimensiones generales aproximadas 4480	1	8400	8400



mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.			
TOTAL			8400

5.7.2 TRANSFORMADOR

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 160 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 13,2 - 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.	1	5450	5450
TOTAL			1032,94

5.7.3 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
Entrada / Salida 1: CGMCOSMOS-L Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm Mando: manual tipo B	1	2675	2675
Protección General: CGMCOSMOS-P Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una	1	5200	5200



<p>eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <p>Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm</p> <p>Mando (fusibles): manual tipo BR</p> <p>Relé de protección: ekorRPT-201A</p>			
<p>Medida: CGMCOSMOS-M</p> <p>Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <p>Un = 24 kV Dimensiones: 800 mm / 1025 mm / 1740 mm</p> <p>Se incluyen en la celda tres (3) transformadores de tensión y tres (3) transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida, con las características detalladas en la Memoria.</p>	1	3850	3850
<p>Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV</p> <p>Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK.</p>	1	950	950
TOTAL			12675

5.7.4 EQUIPO DE BAJA TENSIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
<p>Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interrupor en carga + Fusibles</p> <p>Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes</p>	1	525	525



características: Interruptor manual de corte en carga de 250 A. Salidas formadas por bases portafusibles: 4 Salidas Tensión nominal: 440 V Aislamiento: 10 kV Dimensiones: Alto: 360 mm Ancho: 265 mm Fondo: 730 mm			
Puentes BT - B2 Transformador 1: Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.	1	1050	1050
Equipo de Medida de Energía: Contador tarificador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación.	1	2831	2831
TOTAL			4406

5.7.5 PUESTA A TIERRA DEL CENTRO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
Tierras Exteriores Prot Transformación: Anillo rectangular Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro. Características: Geometría: Anillo rectangular Profundidad: 0,8 m Número de picas: ocho Longitud de picas: 8 metros Dimensiones del rectángulo: 5.0x5.0 m	1	2025	2025
Tierras Exteriores Serv Transformación: Picas alineadas Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección. Características:	1	630	630



Geometría: Picas alineadas Profundidad: 0,5 m Número de picas: dos Longitud de picas: 2 metros Distancia entre picas: 3 metros			
Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apareamiento de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.	1	925	925
Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierras Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.	1	925	925
		TOTAL	4505

5.7.6 VARIOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
Protección metálica para defensa del transformador.	1	283	283
Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación Equipo de iluminación compuesto de: Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT. Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.	1	600	600
Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: Banquillo aislante Una palanca de accionamiento	1	450	450



Armario de primeros auxilios			
		TOTAL	1333

5.7.7 RESUMEN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PRESUPUESTO TOTAL CAPITULO VII	IMPORTE (EUROS)
OBRA CIVIL	8400
TRANSFORMADOR	5450
APARATA MEDIA TENSIÓN	12675
EQUIPO DE BAJA TENSIÓN	4406
PUESTA A TIERRA	4505
VARIOS	1333
TOTAL	36769

5.8 CAPITULO VIII: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD

5.8.1 EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas, amortizable en 5 usos.	2	3,73	7,46
Arnés de seguridad con amarre dorsal + amarre torsal + amarre lateral, acolchado y cinturón giro 180º para trabajos de electricidad, fabricado con fibra de nylon de 45 mm y elementos metálicos de acero inoxidable, amortizable en 5 obras. Certificado CE.	2	54,45	108,9
Placa señalización- información en PVC serigrafiado de 50x30 cm, fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje.	1	3,43	3,43
Señal triangular y soporte Señal de seguridad triangular de L= 70 cm, normalizada, con trípode tubular, amortizable en 5 usos, colocación y desmontaje según RD. 485/97.	1	15,96	15,96
Gafas contra impactos Gafas protectoras contra impactos, incoloras, amortizables en 3 usos.	2	3,14	6,28
Gafas antipolvo	2	0,81	1,62



Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, amortizables en 3 usos.			
Cascos protectores auditivos Protectores auditivos con arnés a la nuca, amortizables en tres usos. Certificado CE.	2	3,12	6,24
Juego de tapones antirruído de silicona ajustables. Certificado CE.	4	1,41	5,64
Faja protección lumbar, amortizable en 4 usos. Certificado CE.	2	2,80	5,6
Chaleco de trabajo de poliéster-algodón, amortizable en un uso. Certificado CE.	2	13,50	27
Par de rodilleras ajustables de protección ergonómica, amortizable en tres usos. Certificado CE.	2	2,63	5,26
Cinturón portaherramientas amortizable en 4 usos.	1	5,89	5,89
Mono de trabajo, de una pieza de poliéster-algodón, amortizable en un uso. Certificado CE.	2	15,29	30,58
Par guantes de uso general de lona y serraje. Certificado CE.	4	1,40	5,6
Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, amortizable en tres usos. Certificado CE.	2	9,32	18,64
Cinta balizamiento bicolor rojo-blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje.	24	0,62	14,88
Lámpara portátil de mano, con cesto protector y mango aislante, amortizable en tres usos.	1	3,45	3,45
Extintor de polvo ABC 6 Kg. PR. INC Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 Kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110. medida la unidad instalada.	1	22,84	22,84
		TOTAL	295,27



5.9 RESUMEN PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN

5.9.1 RESUMEN PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN SIN CENTRO TRANSFORMACIÓN.

ORDEN	DESCRIPCIÓN	TOTAL (Euros)
CAPÍTULO 1	ACOMETIDA	1410,51
CAPÍTULO 2	PROTECCIONES	7503,98
CAPÍTULO 3	CONDUCTORES, TUBOS PROTECTORES Y CANALIZACIONES	4296,83
CAPÍTULO 4	ALUMBRADO	5686,85
CAPÍTULO 5	PUESTA A TIERRA	821,4
CAPÍTULO 6	TOMAS Y ELEMENTOS VARIOS	730,36
CAPÍTULO 7	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	0
CAPÍTULO 8	SEGURIDAD Y SALUD	295,27
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	20745,2
	GASTOS GENERALES (5%)	1037,26
	BENEFICIO INDUSTRIAL (10%)	2074,52
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJ. POR CONTRATA SIN IVA	23856,98
	IVA (18%)	4294,25
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJ. POR CONTRATA CON IVA	28151,23

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de: *veintiocho mil ciento cincuenta y un euros con veintitrés céntimos*.



5.9.2 RESUMEN PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN CON CENTRO TRANSFORMACIÓN.

ORDEN	DESCRIPCIÓN	TOTAL (Euros)
CAPÍTULO 1	ACOMETIDA	1166,8
CAPÍTULO 2	PROTECCIONES	7503,98
CAPÍTULO 3	CONDUCTORES, TUBOS PROTECTORES Y CANALIZACIONES	4296,83
CAPÍTULO 4	ALUMBRADO	5686,85
CAPÍTULO 5	PUESTA A TIERRA	821,4
CAPÍTULO 6	TOMAS Y ELEMENTOS VARIOS	730,36
CAPÍTULO 7	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	36769
CAPÍTULO 8	SEGURIDAD Y SALUD	295,27
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	57270,49
	GASTOS GENERALES (5%)	2863,52
	BENEFICIO INDUSTRIAL (10%)	5727,05
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJ. POR CONTRATA SIN IVA	65861,06
	IVA (18%)	11854,99
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJ. POR CONTRATA CON IVA	77716,05

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de: *Setenta y siete mil setecientos dieciséis euros con cinco centimos.*

Pamplona, Septiembre de 2012

Roberto Muñoz Explandiu



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

ESTUDIO BÁSICO SEGURIDAD Y SALUD

Roberto Muñoz Exlandiu

Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, Septiembre de 2012



ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Índice:

6.1. OBJETO.....	2
6.2. AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	2
6.3. DATOS DE LA OBRA.....	3
6.4. DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA.....	3
6.5. PROTECCIONES COLECTIVAS.....	4
6.5.1. GENERALES.....	4
6.5.2. PROTECCIONES COLECTIVAS PARTICULARES A CADA FASE DE OBRA.....	8
6.6. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	14
6.6.1. RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE.....	14
6.6.2. RIESGOS LABORALES NO EVITABLES COMPLETAMENTE.....	14
6.6.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PARA TRABAJOS EN TENSIÓN (EN B.T.).....	19
6.7. RIESGOS LABORALES ESPECÍFICOS DE ESTA OBRA.....	23
6.7.1. FASE DE LA OBRA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN, ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	23
6.7.2. FASE DE PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN....	24
6.7.3. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS.....	25
6.8. PRIMEROS AUXILIOS.....	25
6.9. NORMATIVA APLICABLE.....	26



6.1. OBJETO

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1197 del 24 de Octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los diferentes riesgos laborales que puedan ser evitados, proponiendo las posibles medidas técnicas para ello; definiendo la relación de los riesgos que no pueden eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a disminuir dichos riesgos.

Este estudio de seguridad establece, durante la ejecución de los trabajos de la unidad de obra citada, las previsiones respecto a la prevención de riesgos y accidentes profesionales.

Así mismo, este estudio de Seguridad y Salud pretende:

- Dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de prevención de riesgos laborales en lo referente a la obligación de un empresario titular de un Centro de Trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.
- Recordar a las diferentes partes, promotor, contratista, etc., de sus obligaciones en materia de seguridad, comunicar a los diferentes organismos la existencia de esta obra, obtener las licencias necesarias, etc.

Basándose en este Estudio Básico de Seguridad, se elaborará un Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

6.2. AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El autor del presente estudio básico de seguridad es:

Roberto Muñoz Esplandiu
Calle Esquiroz 26, 4ºA derecha
31007 Pamplona (Navarra)



6.3. DATOS DE LA OBRA

- PROYECTO DE REFERENCIA:

Instalación eléctrica en baja tensión y estudio de viabilidad del centro de transformación.

- EMPLAZAMIENTO:

Oricáin (Navarra)
Polígono número 12 de Oricáin.
Parcela número 953.

- Nº DE TRABAJADORES PREVISTOS SIMULTÁNEAMENTE:

2-4 trabajadores.

- PLAZO DE EJECUCIÓN TOTAL APROXIMADO:

1 mes.

- INFRAESTRUCTURAS:

Se dispone de acceso rodado, abastecimiento de agua, saneamiento...

6.4. DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA

DATOS DEL EMPLAZAMIENTO	
Acceso a la obra	Los propios del local
Edificaciones colindantes	Naves industriales
Suministro de energía eléctrica	Acometida individual
Suministro de agua	Acometida individual
Sistema de saneamiento	El de la vivienda
Servidumbres y condicionantes	Saneamientos
OBSERVACIONES:	

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SUS FASES	
Replanteo	Marcado del terreno de las obras indicadas en el proyecto
Reforma de la instalación eléctrica	Instalación de luminarias, cuadros eléctricos y canalizaciones
Remates	Pruebas de la instalación



El contratista acreditará ante la Dirección de obra la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios.

Así mismo la Dirección comprobará que existe un plan de emergencia para atención de personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales precisos. La Dirección y teléfono deberán estar visibles en lugar estratégico.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan, informando a los operarios claramente de las maniobras a realizar, los posibles riesgos y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta, deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

6.5. PROTECCIONES COLECTIVAS

6.5.1. GENERALES

- **Señalización:**

El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

- **Tipos de señales:**

a) En forma de panel:

Señales de advertencia:	
Forma:	Triangular
Color de fondo:	Amarillo
Color de contraste:	Negro
Color de símbolo:	Negro



Señales de prohibición:	
Forma:	Redonda
Color de fondo:	Blanco
Color de contraste:	Rojo
Color de símbolo:	Negro

Señales de obligación:	
Forma:	Redonda
Color de fondo:	Azul
Color de símbolo:	Blanco

Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios:	
Forma:	Rectangular o cuadrada
Color de fondo:	Rojo
Color de símbolo:	Blanco

Señales de salvamento de socorro:	
Forma:	Rectangular o cuadrada
Color de fondo:	Verde
Color de símbolo:	Blanco

b) Cinta de señalización:

En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, caída de personas a distinto nivel, choques, golpes, etc., se señalará con los antes dichos paneles o bien se delimitará la zona de exposición al riesgo con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 45°.

c) Cinta de delimitación de zona de trabajo:

Las zonas de trabajo se delimitarán con cintas de franjas alternas verticales de colores blanco y rojo.

- **Protección de personas en instalación eléctrica:**

Instalación eléctrica ajustada al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y hojas de interpretación, certificada por instalador autorizado.

En aplicaciones de lo indicado en el apartado 3º del Anexo IV al R.D. 1627/97 de 24/10/97, la instalación eléctrica deberá satisfacer, además, las dos siguientes condiciones:



- Deberá proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañe peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

Los cables serán adecuados a la carga que han de soportar, conectados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindados e interconexionados con uniones antihumedad y antichoque. Los fusibles blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores.

Continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de obra con un valor máximo de la resistencia de 80Ω . Las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.

Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidas por fusibles blindados o interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.

Distancia de seguridad a líneas de Alta Tensión: $3,3 + \text{Tensión (en KV)} / 100$ (ante el desconocimiento del voltaje de la línea, se mantendrá una distancia de seguridad de 5m).

- **Señales óptico – acústicas de vehículos de obra**

Las máquinas autoportantes que puedan intervenir en las operaciones de manutención deberán disponer de:

- Una bocina o claxon de señalización acústica cuyo nivel sonoro sea superior al ruido ambiental, de manera que sea claramente audible; si se trata de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos deberá permitir su correcta identificación, Anexo IV del R.D. 485/97 de 14/4/97.
- Señales sonoras o luminosas (previsiblemente ambas a la vez) para indicación de la maniobra de marcha atrás, Anexo I del R.D. 1215/97 de 18/7/97.
- Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.
- En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizado rotativo luminoso destellante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria.



- Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.
- Dispositivo de balizamiento de posición y preseñalización (lamas, conos, cintas, mallas, lámparas, destellantes, etc.).

- **Aparatos elevadores**

Deberán ajustarse a su normativa específica, pero en cualquier caso, deberán satisfacer igualmente las condiciones siguientes (art. 6C del Anexo IV del R.D. 1627/97):

- Todos sus accesorios serán de buen diseño y construcción, teniendo resistencia adecuada para el uso al que estén destinados.
- Instalarse y usarse correctamente.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido formación adecuada.
- Presentarán, de forma visible, indicación sobre la carga máxima que puedan soportar.
- No podrán utilizarse para fines diferentes de aquellos a los que estén destinados.

Durante la utilización de los mencionados aparatos elevadores, en aras a garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, deberán comprobarse los siguientes sistemas preventivos:

- Seguridad de carga máxima:

Es el sistema de protección que impide trabajar con cargas superiores a las máximas admitidas por el cablestante de elevación, es decir, por la carga nominal del pie de flecha.

Normalmente van montadas en pie de flecha o contraflecha y están formados por arandelas tipo “Schnorr”, accionadas por el tiro del cable de elevación. Al deformarse las arandelas, accionan un microrruptor que impide la elevación de la carga y en algunos modelos, también que el carro se traslade hacia delante.

Se regulan de forma que con la carga nominal no corten y lo hagan netamente, al sobrepasar esta carga nominal como máximo en un 10 %.



- Seguridad de final de recorrido de gancho de elevación:

Consiste en dos microrruptores, que impiden la elevación del gancho cuando éste se encuentra en las cercanías del carro y el descenso del mismo por debajo de la cota elegida como inferior (cota cero). De ésta forma, se impiden las f alsas maniobras de choque del gancho contra el carro y el aflojamiento del cable de elevación por posar el gancho en el suelo.

Normas de carácter general, en el uso de aparatos elevadores:

- Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.
- Las eslingas llevarán estampilladas en los casquillos prensados la identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas, según los criterios establecidos anteriormente en este mismo procedimiento.
- De utilizar cadenas estas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima, según los criterios establecidos anteriormente en este mismo procedimiento.
- En las fases de transporte y colocación de los encofrados, en ningún momento los operarios estarán debajo de la cadena suspendida. La carga deberá estar bien repartida y las eslingas o cadenas que la sujetan deberán tener argollas o ganchos con pestillo de seguridad. Deberá tenerse en cuenta lo indicado en el apartado 3 del Anexo II del R.D. 1215/97 de 18/7/97.
- El gruista antes de iniciar los trabajos comprobará el buen funcionamiento de los finales de carrera, frenos y velocidades, así como de los licitadores de giro, si los tuviera.
- Si durante el funcionamiento de la grúa se observara que los comandos de la grúa no se corresponden con los movimientos de la misma, se dejará de trabajar y se dará cuenta inmediata a la Dirección técnica de la obra o al Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.
- Evitar en todo momento pasar las cargas por encima de las personas.
- No se dejará caer el gancho de la grúa al suelo.



6.5.2. PROTECCIONES COLECTIVAS PARTICULARES A CADA FASE DE OBRA

- **Protección contra caídas de altura de personas u objetos**

El riesgo de caída de altura de personas (precipitación, caída al vacío) es contemplado por el Anexo II del R.D. 1627/97 de 24/10/97 como riesgo especial para la seguridad y salud de los trabajadores, por ello, de acuerdo con los artículos 5.6 y 6.2 del mencionado Real Decreto se adjuntan las medidas preventivas específicas adecuadas.

- **Pasarelas**

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas. Será preferiblemente prefabricadas de metal, o en su defecto realizadas “in situ”, de una anchura mínima de 1 metro, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria: La plataforma será capaz de resistir 300 Kg de peso y estará dotada de guirnaldas de iluminación nocturna, si se encuentra afectando a la vía pública.

- **Escaleras portátiles**

Tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas.

Las escaleras que tengan que utilizarse en obra habrán de ser preferentemente de aluminio o hierro, a no ser posible se utilizarán de madera, pero con los peldaños ensamblados y no clavados. Estarán dotadas de zapatas, sujetas en la parte superior, y sobrepasarán en un metro el punto de apoyo superior.

Previamente a su utilización se elegirá el tipo de escalera a utilizar, en función de la tarea a la que esté destinada y se asegurará la estabilidad. No se emplearán escaleras excesivamente cortas o largas, ni empalmadas.

- **Acceso y zonas de paso del personal, orden y limpieza**

Las aperturas de huecos horizontales sobre los forjados, deben condenarse con un tablero resistente, red, mallazo electrosoldado o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en sus inmediaciones con independencia de su profundidad o tamaño.

Las armaduras y/o conectores metálicos sobresalientes de las esperas de las mismas estarán cubiertas por resguardos tipo “seta” o cualquier otro sistema eficaz, en previsión de punciones o erosiones del personal que pueda colisionar sobre ellos.



En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos originados por los trabajos, se realizarán mediante pasarelas.

- **Eslingas de cadena**

El fabricante deberá certificar que disponen de un factor de seguridad 5 sobre su carga nominal máxima y que los ganchos son de alta seguridad (pestillo de cierre automático al entrar en carga). El alargamiento de un 5 % de un eslabón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

- **Eslinga de cable**

A la carga nominal máxima se aplica un factor de seguridad 6, siendo su tamaño y diámetro apropiado al tipo de maniobras a realizar, las gatas estarán protegidas por guardacabos metálicos fijados mediante casquillos prensados y los ganchos serán también de alta seguridad. La rotura del 10 % de los hilos en un segmento superior a 8 veces del diámetro del cable o la rotura de un cordón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

- **Cabina de la maquinaria de movimientos de tierras**

Todas estas máquinas deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica, pero en cualquier caso deberán satisfacer las condiciones siguientes (apartado 7C del Anexo IV del R.D. 1627/97 de 24/10/97):

- Estar bien diseñados y contruidos, teniendo en cuenta los principios ergonómicos.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Utilizarse correctamente.
- Los conductores han de recibir formación especial.
- Adoptarse las medidas oportunas para evitar su caída en excavaciones o en el agua.

Cuando sea necesario, las máquinas dispondrán de cabina o pórtico de seguridad resguardando el habitáculo del operador, dotada de perfecta visión frontal y lateral, estando provista permanentemente de cristales o rejillas irrompibles, para protegerse de la caída de materiales. Además dispondrán de una puerta a cada lado.



- **Condiciones generales en trabajos de excavación y ataluzado**

Los trabajos con riesgos de sepultamiento o hundimiento son considerados especiales por el R.D. 1627/97 (Anexo II) y por ello debe constar en este Estudio de Seguridad y Salud el catálogo de medidas preventivas específicas:

- **Topes para vehículos en el perímetro de la excavación**

Se dispondrá de los mismos a fin de evitar la caída de los vehículos al interior de las zanjas o por las laderas.

- **Ataluzado de las paredes de excavación**

Como criterio general se podrán seguir las siguientes directrices en la realización de taludes con bermas horizontales por cada 1,50 metros de profundidad y con la siguiente inclinación.

- Roca dura 80°.
- Arena fina o arcillosa 20°.

La inclinación del talud se ajustará a los cálculos de la Dirección Facultativa de la obra, salvo cambio de criterio avalado por Documentación Técnica complementaria.

El aumento de la inclinación y el drenado de las aguas que puedan afectar a la estabilidad del talud y a las capas de superficie del mismo, garantizan su comportamiento.

Se evitará, a toda costa, amontonar productos procedentes de la excavación, en los bordes de los taludes ya que, además de la sobrecarga que puedan representar, pueden llegar a embalsar aguas originando filtraciones que pueden arruinar el talud.

En taludes de alturas de más de 1,50 metros se deberán colocar bermas horizontales de 50 o 80 centímetros de ancho, para la vigilancia y alojar las conducciones provisionales o definitivas de la obra.

La colocación del talud debe tratarse como una berma, dejando expedito el paso o incluso disponiendo tableros de madera para facilitarlos.

En taludes de grandes dimensiones, se habrá previsto en proyecto la realización en su base, de cuentones relleno de grava suelta o canto de río de diámetro homogéneo, para retención de rebotes de materiales desprendidos, o alternatively si, por cuestión del espacio disponible, no pudieran realizarse aquellos, se apantallará la parábola teórica de los rebotes o se dispondrá un túnel isotático de defensa.



- **Barandillas de protección**

En huecos verticales de coronación de taludes, con riesgo de caída de personas u objetos desde alturas superiores a 2 metros, se dispondrán barandillas de seguridad completas empotradas sobre el terreno, constituidas por balaustre vertical homologado o certificado por el fabricante respecto a su idoneidad en las condiciones de utilización por él descritas, pasamanos superior situado a 90 centímetros sobre el nivel del suelo, barra horizontal o listón intermedio (subsidiariamente barrotes verticales o mallazo con una separación máxima de 15 centímetros) y rodapié o plinto de 20 centímetros sobre el nivel del suelo, sólidamente anclados todos sus elementos entre sí, y de resistencia suficiente.

Los taludes de más de 1,50 metros de profundidad, estarán provistos de escaleras preferentemente excavados en el terreno o prefabricadas portátiles, que comuniquen cada nivel inferior con la berma superior, disponiendo una escalera por cada 30 metros de talud abierto o fracción de este valor.

Las bocas de los pozos y arquetas, deben condenarse con un tablero resistente, red o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en su interior y con independencia de su profundidad.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos, se realizarán mediante pasarelas, preferiblemente prefabricadas de metal, o en su defecto realizadas “in situ”, de una anchura mínima de 1 metro, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria y capaz de resistir 300 Kg de peso, dotada de guirnaldas de iluminación nocturna.

El material de excavación estará apilado a una distancia del borde de la coronación del talud igual o superior a la mitad de su profundidad (multiplicar por dos en terrenos arenosos). La distancia mínima al borde es de 50 centímetros.

El acopio y estabilidad de los elementos prefabricados deberá estar previsto durante su fase de ensamblaje y reposo en superficie, así como las cunas, carteles o utillaje específico para la puesta en obra de dichos elementos.

La madera a utilizar estará clasificada según usos y limpias de clavos, flejadas o formando hileras entrecruzadas sobre una base amplia y nivelada. Altura máxima de la pila (sin tablonés estacados y arriostrados lateralmente): 1 metro.

- **Sirgas**

Sirgas de desplazamiento y anclaje del cinturón de seguridad.

Variables según los fabricantes y dispositivos de anclaje utilizados.



- **Prevención de incendios, orden y limpieza**

Si las zanjas o pozos entran en contacto con zonas que albergan o transportan sustancias de origen orgánico o industrial, deberán adoptarse precauciones adicionales respecto a la presencia de residuos tóxicos, combustibles, deflagrantes, explosivos o biológicos.

La evacuación rápida del personal interior de la excavación debe quedar garantizada por la retirada de objetos en el fondo de zanja, que puedan interrumpir el paso.

Las zanjas de más de 1,30 metros de profundidad, estarán provistas de escaleras preferentemente de aluminio, que rebasen 1 metro sobre el nivel superior del corte, disponiendo una escalera por cada 15 metros de zanja abierta o fracción de este valor, que deberá estar correctamente arriostrada transversalmente.

Las bocas de los pozos deben condenarse con un tablero resistente, red o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en su interior y con independencia de su profundidad.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas, preferiblemente prefabricadas de metal o en su defecto realizadas “in situ”, de una anchura mínima 1 metro, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria y capaz de resistir 300 Kg de peso, dotada de guirnaldas de iluminación nocturna.

El material de excavación estará apilado a una distancia del borde de la excavación igual o superior de su profundidad (multiplicar por dos en terrenos arenosos). La distancia mínima al borde es de 50 centímetros.

El acopio y estabilidad de los escudos metálicos de entibación deberá estar previsto durante su fase de ensamblaje y reposo en superficie, así como las cunas, carteles o utillaje específico para este tipo de entibados.

La madera de entibar, estará clasificada según usos y limpiezas de clavos, flejadas o formando hileras entrecruzadas sobre una base amplia y nivelada.

Altura máxima de la pila (tablones estacados y arriostrados lateralmente): 1 metro.



6.6. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

6.6.1. RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE

La tabla siguiente contiene la relación de los riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen:

RIESGOS EVITABLES	MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS
Derivados de la rotura de instalaciones existentes	Neutralización de las instalaciones existentes
Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas	Corte del fluido, puesta a tierra y cortocircuito de los cables

6.6.2. RIESGOS LABORALES NO EVITABLES COMPLETAMENTE

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no puedan ser completamente evitables, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales que afecten a toda la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que puede subdividirse.

TODA LA OBRA	
RIESGOS	
Caídas de los operarios al mismo nivel	
Caídas de los operarios a distinto nivel	
Caídas de objetos sobre operarios	
Caídas de objetos sobre terceros	
Choques o golpes contra objetos	
Atrapamientos	
Fuertes vientos	
Trabajos en condiciones de humedad	
Contactos directos e indirectos	
Cuerpos extraños en los ojos	
Cortes y golpes con maquinaria	
Sobreesfuerzos	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE PROTECCIÓN
Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra	Permanente
Orden y limpieza de los lugares de trabajo	Permanente
Recubrimiento o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de baja tensión	Permanente



Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)	Permanente
No permanecer en el radio de acción de las máquinas	Permanente
Puestas a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento	Permanente
Señalización de la obra (señales y carteles)	Permanente
Cintas de señalización y balizamiento a 10 metros de distancia	Alternativa al vallado
Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura ≥ 2 metros	Nulo
Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra	Nulo
Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes	Nulo
Extintor de polvo seco, de eficiencia 21 A-113 B	Permanente
Evacuación de escombros	Frecuente
Escaleras auxiliares	Ocasional
Información específica	Para riesgos concretos
Cursos y charlas de formación	Frecuente
Grúa parada y en posición veleta	Con viento fuerte
Grúa parada y en posición veleta	Final de cada jornada
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	
Cascos de seguridad	Permanente
Calzado protector	Permanente
Ropa y calzado de trabajo	Permanente
Ropa y calzado impermeable o de potencia	Con mal tiempo
Gafas de seguridad	Frecuente
Cinturones de protección del tronco	ocasional



FASE: ALBAÑILERÍA Y CERRAMIENTOS	
RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío	
Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores	
Atrapamientos y aplastamientos en manos durante el montaje de andamios	
Atrapamientos por los medios de elevación y transporte	
Lesiones y cortes en manos	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
Dermatitis por contacto con hormigones, morteros y otros materiales	
Incendios por almacenamientos de productos combustibles	
Golpes o cortes con herramientas	
Electrocuciones	
Proyecciones de particular al cortar materiales	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	
	GRADO ADOPCIÓN
Apuntalamientos	Permanente
Pasos o pasarelas	Permanente
Redes verticales	Permanente
Redes horizontales	Permanente
Plataforma de carga y descarga de material	Permanente
Barandilla rígida 0,9 metros de altura (con listón intermedio y rodapié)	Permanente
Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas	Permanente
Evitar trabajos superpuestos	Permanente
Bajantes de escombros adecuadamente sujetas	Permanente
Protección de huecos de entrada de material en planchas	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	
	EMPLEO
Gafas de seguridad	Frecuente
Guantes de cuero o goma	Frecuente
Botas de seguridad	Frecuente
Cinturones y arneses de seguridad	Frecuente
Mástiles y cables fiadores	Frecuente



FASE: ACABADOS	
RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío	
Caídas de materiales transportados	
Ambiente pulvígeno	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
Dermatitis por contacto con materiales	
Incendios por almacenamiento de productos combustibles	
Inhalación por almacenamiento de productos combustibles	
Inhalación de sustancias tóxicas	
Quemaduras	
Electrocución	
Atrapamientos con o entre herramientas	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO ADOPCIÓN
Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	Permanente
Andamios	Permanente
Plataformas de carga y descarga de material	Permanente
Barandillas	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas	Permanente
Evitar focos de inflamación	Permanente
Equipos autónomos de ventilación	Permanente
Almacenamiento correcto de los productos	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad	Ocasional
Guantes de cuero o goma	Frecuente
Botas de seguridad	Frecuente
Cinturones y arneses de seguridad	Ocasional
Mástiles y cables fiadores	Ocasional
Mascarilla filtrante	Ocasional
Equipos autónomos de respiración	Ocasional



FASE: INSTALACIONES	
RIESGOS	
Lesiones y cortes en manos y brazos	
Dermatosis por contacto con materiales	
Inhalación de sustancias tóxicas	
Quemaduras	
Golpes y aplastamiento de pies	
Incendios por almacenamiento de productos combustibles	
Electrocuciones	
Contactos eléctricos directos e indirectos	
Ambiente pulvígeno	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO ADOPCIÓN
Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	Permanente
Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes	Permanente
Protección del hueco del ascensor	Permanente
Plataforma provisional para ascensoristas	Permanente
Realizar conexiones eléctricas sin tensión	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad	Permanente
Guantes de cuero o goma	Ocasional
Botas de seguridad	Ocasional
Cinturones y arneses de seguridad	Ocasional
Mástiles y cables fiadores	Ocasional
Mascarilla filtrante	Ocasional

Se concederá especial importancia a lo anteriormente indicado así como a las especificaciones que se indican a continuación:

- Se establecerán zonas de paso y acceso a la obra.
- Se señalizará y vallará el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Se señalizará la obligación de utilizar casco en el interior del recinto de la obra.
- Se señalizará convenientemente la necesidad de utilización de medidas de seguridad adicionales en toda la obra.
- Se controlará adecuadamente el proceso de la carga y descarga de camiones.
- Se utilizarán plataformas de trabajo homologadas y adecuadas.



- Se utilizarán andamios homologados y adecuados.
- Se evitará el paso de trabajadores bajo otros operarios.
- La utilización de los EPIs es de carácter obligatorio para todos los trabajadores.

6.6.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PARA TRABAJOS EN TENSIÓN (EN B.T.)

EPI: casco aislante	
Riesgo contra los que protege	Protege el cráneo contra: <ul style="list-style-type: none"> - Choques, golpes, caídas. - Proyección de objetos. - Contactos eléctricos.
Modo de empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Ajustar la banda de entorno, al perímetro de la cabeza. - En trabajos a cierta altura usar el barboquejo.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	Para trabajos que impliquen riesgo para la cabeza como: <ul style="list-style-type: none"> - Trabajos en instalaciones eléctricas de B.T., A.T. y maniobra. - Trabajos de almacenaje, carga y descarga. - Trabajos a diferentes alturas (líneas aéreas).
Verificación, conservación y mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación visual del buen estado del casco y atalaje. - Comprobación del perfecto ajuste de banda barbuquejo. - Limpieza con agua jabonosa periódicamente. - Reposición de sus partes cuando sea necesario. - Sustitución siempre que haya habido un impacto violento.
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> - En ningún caso se desprenderá el casco en cualquier movimiento normal de la cabeza, tronco, etc. - Su vida útil máxima será de 10 años. - Es de uso personal. - Almacenamiento en lugar seco, ventilado y protegido de focos caloríficos, químicos, etc.



EPI: pantalla facial	
Riesgo contra los que protege	Protege el rostro contra: <ul style="list-style-type: none"> - Proyección de partículas de metal fundido. - Elevada temperatura.
Modo de empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Ajustar el adaptador al casco. - Abatir el visor. - Utilizar gafas inactivas (para evitar el deslumbramiento).
Trabajos donde es obligatorio su empleo	<ul style="list-style-type: none"> - En aquellos trabajos que presenten riesgos de proyectar partículas de metal fundido. - En altas temperaturas.
Verificación, conservación y mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación visual del buen estado de la pantalla, adaptador y buen ajuste al casco. - Limpieza con agua jabonosa periódicamente y secado con paño seco.
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> - Usar a la vez gafas inactivas para evitar deslumbramientos.

EPI: gafas inactivas	
Riesgo contra los que protege	Protegen los ojos contra: <ul style="list-style-type: none"> - Deslumbramiento por cortocircuito.
Modo de empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Ajustar a la cara protegiendo los ojos.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	<ul style="list-style-type: none"> - En aquellos trabajos en los que se realicen instalaciones que presenten riesgos de deslumbramiento por cortocircuito.
Verificación, conservación y mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación visual del buen estado. - Limpieza con agua jabonosa periódicamente y secado con paño seco. - Guardarlas en su funda.
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> - Es recomendable su utilización conjunta con la pantalla facial.



EPI: guantes aislantes	
Riesgo contra los que protege	Protegen las manos contra: <ul style="list-style-type: none"> - Contactos a tensión.
Modo de empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Usar la talla adecuada. - Comprobar su estanqueidad. - Nunca se utilizarán como único elemento de protección.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajos en proximidad de instalaciones de B.T. en tensión. - Trabajos en instalaciones de B.T. en tensión. - Retirada o reposición de fusibles.
Verificación, conservación y mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Verificación de estanqueidad antes de cada trabajo. - Ensayo eléctrico en laboratorio cada 6 meses.
Comentarios	<p>No se admitirán reparaciones.</p> <p>Habrán de ser legibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tensión de utilización. - Fecha de fabricación. - Nombre del fabricante. - Homologación.

EPI: guantes ignífugos	
Riesgo contra los que protege	Protegen las manos contra: <ul style="list-style-type: none"> - La posible fusión del guante aislante de caucho al producirse un arco eléctrico.
Modo de empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Emplear debajo de los guantes aislantes.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajos en los que puede darse un arco eléctrico.
Verificación, conservación y mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación visual del buen estado. - Una vez utilizados guardar en bolsa.
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> - Estos guantes se usan siempre debajo del guante aislante de caucho. - Son de fibra retardante a la llama y resistente al calor. - Conductividad eléctrica muy baja.



EPI: guantes de protección mecánica	
Riesgo contra los que protege	- Protegen el guante aislante del caucho.
Modo de empleo	- Utilizar sobre los guantes aislantes de caucho.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	- Trabajos en instalaciones de B.T. cuando se realicen tareas donde puedan dañarse los guantes aislantes de caucho.
Verificación, conservación y mantenimiento.	- Comprobación visual del buen estado. - Se conservarán limpios y secos.
Comentarios	- Son guantes de poco grosor (piel de cabritilla). - En este caso no es necesario emplear los guantes ignífugos.

EPI: calzado de seguridad	
Riesgo contra los que protege	Protegen los pies contra: - Los riesgos mecánicos.
Modo de empleo	- Se colocarán debidamente sujeto al pie de forma que no haya posibilidad de holgura que facilite la penetración de cuerpos extraños.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	- Los de clase I (puntera de seguridad) en trabajos con riesgo de accidentes en los pies: carga, descarga, etc. - Los de clase II (plantilla de seguridad): cuando sólo haya objetos punzantes en el suelo. - Los de clase III (puntera y plantilla de seguridad): cuando coexistan los dos tipos de riesgos anteriores.
Verificación, conservación y mantenimiento.	- Verificación visual de que no presenta roturas, cortes, desgaste, etc.
Comentarios	- No se considera un elemento aislante en trabajos en tensión en B.T.



6.7. RIESGOS LABORALES ESPECÍFICOS DE ESTA OBRA

6.7.1. FASE DE LA OBRA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN, ALUMBRADO DE EMERGENCIA

ACTIVIDAD	RIESGO	ACTUACIÓN PREVISTA Y PROTECCIONES
Acopio de carga y descarga	Golpes, heridas. Caídas de objetos y atrapamientos	Mantenimiento de equipos Utilización de EPIs Adecuación de cargas Control de maniobras
Instalación de canalizaciones y detectores, luminarias y emergencias	Caídas de objetos desde altura Caídas de trabajadores desde altura Daños oculares Golpes, cortes, etc. Electrocución Sobre esfuerzos	Utilización de EPIs Orden y limpieza Utilización de plataformas y andamios homologados.(Obligatoria su utilización: trabajos a realizar por encima del nivel del suelo y que requieran esfuerzos, trabajos a realizar por encima de 5 metros de altura). (En todos estos casos no se pueden utilizar escaleras de mano) Utilización de EPIs Orden y limpieza Utilización de EPIs Adecuado mantenimiento de la maquinaria Maquinaria con todos los elementos de protección Adecuada puesta a tierra de las instalaciones Instalaciones eléctricas auxiliares ejecutadas por especialistas Adecuado mantenimiento de las instalaciones Utilización de EPIs Fajas lumbares



6.7.2. FASE DE PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN.

ACTIVIDAD	RIESGO	ACTUACIÓN PREVISTA Y PROTECCIONES
Pruebas y puestas en servicio	Golpes, heridas, etc.	Mantenimiento de los equipos Utilización de EPIs
	Caídas de objetos	Cargas adecuadas Utilización de EPIs
	Atrapamientos	Control de maniobras Vigilancia continua Utilización de EPIs
	Caídas desde altura	Utilización de sistemas colectivos de protección y equipos adecuados Utilización de EPIs
	Electrocución	Utilización de EPIs Coordinación con empresa suministradora para enganches Reunión diaria y comunicación expresa a los operarios de los puntos con corriente Prohibición de trabajar en tensión
	Quemaduras o explosión por acumulación de gas	Coordinación con empresa suministradora para enganches Reunión diaria y comunicación expresa a los operarios de los puntos con gas Prohibición de realizar trabajos en tuberías con gas combustible Realización de las pruebas de presión, estanqueidad, etc., con aire comprimido o gas inerte



6.7.3. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS

ACTIVIDAD	RIESGO	ACTUACIÓN PREVISTA Y PROTECCIONES
Instalación en servicio	Contactos eléctricos indirectos	Puesta a tierra de las masas de la maquinaria eléctrica asociada a un dispositivo diferencial El valor de la resistencia a tierra será tan bajo como sea posible, y como máximo igual o inferior al cociente de dividir la tensión de seguridad (V_s) que en locales secos será de 50 V y en los locales húmedos de 24 V, por la sensibilidad en amperios del diferencial (A).
	Contactos eléctricos directos	Los cables eléctricos que presenten defectos del recubrimiento aislante se habrán de reparar para evitar la posibilidad de contactos eléctricos con el conductor. Los cables eléctricos deberán estar dotados de clavijas en perfecto estado a fin de que la conexión a los enchufes se efectúe correctamente. En general cumplirán lo especificado en el presente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

6.8. PRIMEROS AUXILIOS

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACIÓN	DISTANCIA APROXIMADA (KM)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia primaria	Consultorio medico, Arre	1,6
Asistencia Primaria-Urgencias	Centro de Salud Solchaga c/ San Fermin 29	6
Asistencia Especializada-Hospital	Hospital de Navarra, c/ Irunlarrea 3	10



6.9. NORMATIVA APLICABLE

Prescripciones que se deberán cumplir en relación a las características, la utilización y la conservación de las máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

Aspectos generales.

- Reglamento de seguridad e higiene en el trabajo. O.m. 31 de enero de 1.940 b.o.e. 3 de febrero de 1.940, en vigor capítulo vii.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los locales de trabajo.r.d. 486/1.997 de 14 de abril de 1997.
- Reglamento de seguridad e higiene en el trabajo en la industria de la construcción. o.m. 20 de mayo de 1.952 b.o.e. 15 de junio de 1.958.
- Prescripciones de seguridad en la industria de la edificación. Convenio o.i.t. 23 de junio de 1.937, ratificado el 12 de junio de 1.958.
- Ordenanza laboral de la construcción, vidrio y cerámica. o.m. 28 de agosto de 1.970. B.o.e. 5,7,8,9 de setiembre de 1.970, en vigor capítulos vi i xvi.
- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo. o.m. 9 de marzo de 1.971. B.o.e. 16 de marzo de 1.971, en vigor partes del título ii.
- Reglamento de actividades molestas, nocivas insalubres y Peligrosas. d.2414/1.961 de 30 de noviembre b.o.e. 7 de diciembre de 1.961.
- Orden aprobación de modelo de libro de incidencias en las obras de construcción. 12 de enero de 1998. D.o.g.c. 2565 de 27 de enero de 1998.
- Regulación de la jornada de trabajo, jornadas especiales y descanso. R.d. 2.001/1.983 de 28 de julio b.o.e. 3 de agosto de 1.983.
- Establecimiento de modelos de notificación de accidentes en el trabajo. O.m. 16 de diciembre de 1.987 b.o.e. 29 de diciembre de 1.987.
- Ley de prevención de riesgos laborales. 31/1995 de noviembre b.o.e. 10 de noviembre de 1995.
- Reglamento de los servicios de prevención. r.d. 39/1997 de 17 de enero de 1997 b.o.e. 31 de enero de 1997



- Señalización de seguridad y salud en el trabajo. r.d. 485/1997 de 14 de abril de 1997 b.o.e. 23 de abril de 1997.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los centros de trabajo. R.d. 486/1997 de 14 de abril de 1997 b.o.e. 23 de abril de 1997.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que impliquen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. r.d. 487/1997 de 14 de abril de 1997 b.o.e. 23 de abril de 1997.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a los trabajos que incluyen pantallas de visualización. r.d. 488/1997 de 14 de abril de 1997 b.o.e. de 23 de abril de 1997.
- Funcionamiento de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la seguridad social y el desarrollo de actividades de prevención de riesgos laborales. O. de 22 de abril de 1997 b.o.e. de 24 de abril de 1997.
- Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos en el trabajo. r.d. 664/1997 de 12 de mayo b.o.e. de 24 de mayo de 1997.
- Exposición a agentes cancerígenos en el trabajo. r.d. 665/1997 de 12 de mayo b.o.e. de 24 de mayo de 1997.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección. R.d. 773/1997 de 30 de mayo b.o.e. de 12 de junio de 1997.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo. r.d. 1215/1997 de 18 de julio b.o.e. de 7 de agosto de 1997.
- Disposiciones mínimas destinadas a mejorar la seguridad y salud de los trabajadores en actividades mineras. r.d. 1389/1997 de 5 de setiembre b.o.e. de 7 de octubre de 1997.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. R.d. 1627/1997 de 24 de octubre b.o.e. de 25 de octubre de 1997.
- Normas tecnológicas de la edificación (n.t.e.)

Condiciones ambientales.

- Iluminación en centros de trabajo. o.m. 26 de agosto 1.940 b.o.e. 29 de agosto de 1.940.



- Protección de los trabajadores frente a riesgos derivados de la exposición al ruido en el trabajo. R.d. 1316/1.989, de 27 de octubre b.o.e. 2 de noviembre 1.989.

Incendios.

- Norma básica edificación nbe - cpi / 96. R.d. 2177/1.996, de 4 de octubre b.o.e. 29 de octubre de 1.996.
- Ordenanzas municipales

Instalaciones eléctricas.

- Reglamento de líneas aéreas de alta tensión. D. 3151/1.968 de 28 de noviembre b.o.e. 27 de diciembre de 1.968. Rectificación: b.o.e. 8 de marzo de 1.969.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión. R.d. 842/2002 de 2 de agosto de 2.002. B.o.e. 18 de septiembre de 2.002.
- Instrucciones técnicas complementarias.

Maquinaria.

- Reglamento de aparatos a presión. D. 16 de agosto de 1.969 b.o.e. 28 de octubre de 1.969. Modificación: b.o.e. 17 de febrero de 1.972 i 13 de marzo de 1.972.
- Reglamento de aparatos elevadores y su mantenimiento. R.d. 2291/1.985 de 8 de noviembre b.o.e. 11 de diciembre de 1.985.
- Reglamento de aparatos elevadores para obras . O.m. 23 de mayo de 1.977 b.o.e. 14 de junio de 1.977. Modificación b.o.e. 7 de marzo de 1.981 i 16 de noviembre de 1.981.
- Reglamento de seguridad en las maquinas. R.d. 1495/1.986 de 26 de mayo b.o.e.21 de juliode 1.986. Correcciones b.o.e. 4 de octubre de 1.986.
- I.t.c.-Mie-aem1: ascensores electromecánicos. O. 19 de diciembre de 1.985. B.o.e. 14 de enero de 1.986. Corrección b.o.e. 11 de junio de 1.986 i 12 de mayo 1.988. Actualización: o. 11 de octubre de 1.988 b.o.e. 21 de noviembre de 1.988.
- I.t.c-mie-aem2: gruas torre desmontables para obras. o. 28 de junio de 1.988 b.o.e. 7 de julio de 1.988 modificación o. 16 de abril de 1.990 b.o.e. 24 de abril de 1.990.



- I.t.c-mie-aem3: carretillas automotrices de manutención. O.26 de mayo de 1.989 b.o.e. 9 de junio de 1.989.
- I.t.c-mie-msg1: máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección empleados. O. 8 de abril de 1.991 b.o.e. 11 de abril de 1.991.

Equipos de protección individual (epi)

- Comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.r.d. 1407/1992 de 20 noviembre de 1992 b.o.e. 28 de diciembre de 1992. Modificado por o.m de 16 de mayo de 1994 b.o.e. 1 de julio de 1994 y por r.d. 159/1995, de 3 de febrero b.o.e. 8 marzo de 1995.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. r.d. 773/1.997 de 30 de mayo de 1997

Señalizaciones.

- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. r.d. 485/1.997 b.o.e 14 de abril de 1997
- Señalización de obras de carreteras. M.o.p.t. y m.a. Norma de carreteras 8.3 - ic

Varios.

- Cuadro de enfermedades profesionales r.d. 1403/1.978 b.o.e. 25 de agosto de 1.978.

Pamplona, Septiembre de 2.012

Roberto Muñoz Exlandiu